

文章编号:1671-6833(2011)01-0089-05

SWOT分析模型在农村电网技术评估中的应用研究

陈根永¹, 任群², 邓小磊³, 徐利⁴

(1. 郑州大学 电气工程学院, 河南 郑州 450001; 2. 南京师范大学, 江苏 南京 210042; 3. 河南襄城县供电公司, 河南 襄城 461700; 4. 河南省电力公司, 河南 郑州 450052)

摘要: 为了从整体上把握待评估电网的技术水平, 应用SWOT分析模型, 构建了农村电网三级技术评估指标体系, 单因素模糊综合评判和SWOT辨识, 反映了电网的技术自然属性和社会环境属性基础指标的优劣, 为电网新建改建项目提供辅助决策依据; 多层次模糊合成运算实现的农村电网SWOT技术评估结果, 可以使决策者从整体上把握被评价电网的技术优势和发展机会. 实例分析证明了算法的理论价值和实用性.

关键词: SWOT分析模型; 技术评估; 模糊综合评判; 辅助决策

中图分类号: TM727.1 **文献标志码:** A

0 引言

农村电网的技术水平对于电力系统的安全、经济和高效运行有着十分重要的意义. 开展农村电网技术评估(Technology Assessment, TA)的研究工作, 可以从总体上把握被评估电网的技术水平, 指导电网发展和运行规划, 为电网长期最优发展奠定基础.

SWOT分析模型是20世纪80年代初由旧金山大学H. Weihrich教授提出的^[1], 其基本思想是通过评估对象内部的优势(Strengths)、劣势(Weakness)、外部环境的机会(Opportunities)和威胁(Threats)的识别和综合分析, 为决策者提供辅助决策依据, 以期最大限度地发挥评估对象自身的优势, 争取各种发展机会, 扬长避短; SWOT分析思想已在战略管理领域得到了广泛应用^[2-3].

1 SWOT分析模型的评估过程

SWOT分析模型的评估过程包括建立评估对象的评估体系、确定特征集、评语集和指标权重、SWOT识别、SWOT综合评估、技术定位战略调整等环节.

1.1 农村电网的技术评估体系

根据新农村电气化县建设评估标准, 农村电网技术评估体系分为电网发展的技术自然属性指

标和社会环境属性指标两大类, 15个二级指标和65个三级指标, 详见附表.

1.2 农村电网的技术评估等级

根据模糊综合评判理论^[4], 引入语气算子, 将评语集定义为很好(A类)、较好(B类)、一般(C类)、较差(D类, 未达到基本要求)等4个等级. 各量化数据均描述为大于等于或小于等于该数值. 对于是或否一类的特征数据, 均用0、1量化, 不存在中间状态.

1.3 单因素模糊综合评判

采用Delphi法, 选择K个领域专家参与评估, 应用置信度统计方法, 每位专家 $k(k=1, 2, \dots, K)$ 为每一个评估指标 $i(i=1, 2, \dots, I)$ 的各个评级等级 $j(j=1, 2, \dots, J)$ 给出一个置信度 m_{kij} , 并确保每位专家对每个评估指标所给定的置信度之和为1. 即:

$$\sum_{j=1}^J m_{kij} = 1 \quad (1)$$

假设 m_{ij} 为所有专家对第 i 个评估指标在第 j 个评估等级上给出的置信度之和:

$$m_{ij} = \sum_{k=1}^K m_{kij} \quad (2)$$

则第 i 个评估指标的第 j 个评估等级的隶属度为:

$$r_{ij} = m_{ij}/K \quad (3)$$

由此生成模糊判断矩阵R:

收稿日期: 2010-10-10; 修订日期: 2010-11-16

基金项目: 河南省教育厅自然科学基金(2009A470008)

作者简介: 陈根永(1964-), 男, 郑州大学副教授, 主要从事电力系统规划与可靠性研究, E-mail: cgyfyx@zzu.edu.cn.

$$R = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \dots \\ R_j \\ R_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1j} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nj} \end{bmatrix} \quad (4)$$

1.4 农村电网的单因素 SWOT 辨识

根据单因素模糊评估结果 R_i , 可以识别待评估技术的优势(S)、劣势(W)、机会(O)和威胁(T), 将所有技术指标从二维角度划分为4类, 如图1所示。



图1 技术评估中的SWOT识别

Fig.1 SWOT identification in technology evaluation

技术自然属性指标中, A, B类隶属度大于C, D类的, 定义为优势, 否则为劣势; 社会环境自然属性指标中, A, B类隶属度大于C, D类的, 定义为机会, 否则为威胁。

1.5 多层次 SWOT 模糊综合评估

应用层次分析法, 针对各评分标准生成判断矩阵, 进行一致性检验^[6]。对于通过一致性检验的判断矩阵, 按照模糊综合评判的方法, 根据各指标的相对隶属度, 生成各相关指标的权重, 完成相关指标权重的归一化处理, 得权重向量 $A = \{A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_j\}$, 具体过程不再详述。

假设由层次分析法得到的指标权重向量为 A , 由单因素模糊评判得到的模糊判断矩阵为 R , 模糊综合评判结果为 A 与 R 的合成运算, 即:

$$B = A \cdot R \quad (5)$$

合成运算的算子可以针对各相关因素权重的大小均衡考虑。根据数据分层, 由末层逐级向上推算, 完成各层的合成运算, 求出最高层的隶属度矩阵。

以新农村电气化村电网发展综合评价体系为例, 首先进行第三层 $B = A \cdot R$ 的合成运算。分别得到 $B_{U11}^{(3)}, B_{U12}^{(3)}, B_{U13}^{(3)}, B_{U21}^{(3)}, B_{U22}^{(3)}, B_{U23}^{(3)}, B_{U24}^{(3)}, B_{U25}^{(3)}, B_{U31}^{(3)}, B_{U32}^{(3)}, B_{U33}^{(3)}, B_{U34}^{(3)}$ 。例如:

$$\begin{bmatrix} B_{U11}^{(3)} \\ B_{U12}^{(3)} \\ B_{U13}^{(3)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 r_{U111A}^{(3)} & A_1 r_{U111B}^{(3)} & A_1 r_{U111C}^{(3)} & A_1 r_{U111D}^{(3)} \\ A_2 r_{U112A}^{(3)} & A_2 r_{U112B}^{(3)} & A_2 r_{U112C}^{(3)} & A_2 r_{U112D}^{(3)} \\ A_3 r_{U113A}^{(3)} & A_3 r_{U113B}^{(3)} & A_3 r_{U113C}^{(3)} & A_3 r_{U113D}^{(3)} \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$B_{U11}^{(3)} = B_{U111}^{(3)} + B_{U112}^{(3)} + B_{U113}^{(3)} = [r_{U111A}^{(3)} \quad r_{U111B}^{(3)} \quad r_{U111C}^{(3)} \quad r_{U111D}^{(3)}] \quad (7)$$

由其组成第二层的隶属度矩阵 $R_1^{(2)}, R_2^{(2)}, R_3^{(2)}$, 再由第二层的合成运算得到 $B_{U1}^{(2)}, B_{U2}^{(2)}, B_{U3}^{(2)}$, 以此类推, 完成SWOT农村电网的综合技术评估。

1.6 技术定位和战略调整

根据模糊综合评判结果, 可以完成待评估技术项目的定位与战略调整, 技术定位关系如图2所示。

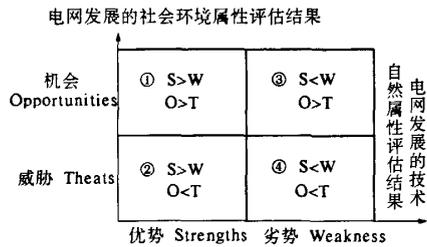


图2 技术评估中的SWOT技术定位

Fig.2 SWOT technical orientation in technology evaluation

根据图2中的SWOT技术定位, 应用“波士顿矩阵”的划分方法, 可以把被评估技术项目分为4个等级, 分别描述为:

一等水平农村电网。电网的技术优势和发展机会均比较明显, 具有较好的发展空间和社会效益, 按高标准规划设计与建设。

二等水平的农村电网。电网的技术优势不明显但发展的社会环境机会较大, 电网自身的技术自然属性指标相对较弱, 应该考虑如何克服自身劣势, 加强电网建设, 改善电网结构, 加强设备管理、供电质量、自动化与信息化、降损节能等方面的工作, 加大电网建设发展力度, 使之与地方经济发展相适应。

三等水平的农村电网。电网的技术优势明显但社会环境较差, 除加强电力系统内部的营销管理、优质服务、安全供电、职工队伍建设以外, 还要加强与地方政府的结合, 促进地方经济的发展, 改善电网发展的社会环境。

四等水平的农村电网。电网的技术优势不明显且社会环境较差, 属于生产水平低下的落后或贫困地区, 应引起地方政府及电网管理部门的高度重视, 加大支持力度, 促进其地方经济和电网快速发展。

2 农村电网 SWOT 技术评估实例

(1)以某县农村电网为例,根据其 2007 年新农村电气化自评结果,选择相关样本数据.

(2)选择 10 位左右的领域专家,采用 Delphi 法,对待评价县市的相关数据进行分析,分别给出其相关等级的置信度水平,通过加权平均,得到各单因素指标不同评价等级的置信度(隶属度),完成单因素指标的模糊评判.

(3)根据领域专家的评判结果,对单因素指标水平进行 SWOT 辨识.辨识结果见附表.

(4)应用层次分析法,完成三级评级指标和二级评价指标各相关权重,计算结果略.

(5)农村电网的多层次 SWOT 综合评估

①第三层技术自然属性指标的合成运算.

由式(5)可知:

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} B_{U11}^{(3)} \\ B_{U12}^{(3)} \\ B_{U13}^{(3)} \\ B_{U14}^{(3)} \\ B_{U15}^{(3)} \\ B_{U16}^{(3)} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} A_1 r_{U11A}^{(3)} & A_1 r_{U11B}^{(3)} & A_1 r_{U11C}^{(3)} & A_1 r_{U11D}^{(3)} \\ A_2 r_{U12A}^{(3)} & A_2 r_{U12B}^{(3)} & A_2 r_{U12C}^{(3)} & A_2 r_{U12D}^{(3)} \\ A_3 r_{U13A}^{(3)} & A_3 r_{U13B}^{(3)} & A_3 r_{U13C}^{(3)} & A_3 r_{U13D}^{(3)} \\ A_4 r_{U14A}^{(3)} & A_4 r_{U14B}^{(3)} & A_4 r_{U14C}^{(3)} & A_4 r_{U14D}^{(3)} \\ A_5 r_{U15A}^{(3)} & A_5 r_{U15B}^{(3)} & A_5 r_{U15C}^{(3)} & A_5 r_{U15D}^{(3)} \\ A_6 r_{U16A}^{(3)} & A_6 r_{U16B}^{(3)} & A_6 r_{U16C}^{(3)} & A_6 r_{U16D}^{(3)} \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} 0.000\ 0 & 0.210\ 3 & 0.113\ 2 & 0.000\ 0 \\ 0.103\ 0 & 0.044\ 1 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 \\ 0.000\ 0 & 0.000\ 0 & 0.023\ 5 & 0.094\ 1 \\ 0.000\ 0 & 0.000\ 0 & 0.011\ 8 & 0.105\ 8 \\ 0.132\ 4 & 0.132\ 4 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 \\ 0.010\ 3 & 0.016\ 2 & 0.002\ 9 & 0.000\ 0 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

②第二层技术自然属性指标的合成运算.

由式(7)可知:

$$\begin{aligned}
 B_{U11}^{(2)} &= B_{U11}^{(3)} + B_{U12}^{(3)} + B_{U13}^{(3)} + B_{U14}^{(3)} + B_{U15}^{(3)} + B_{U16}^{(3)} \\
 &= [0.245\ 6 \quad 0.402\ 9 \quad 0.151\ 4 \quad 0.199\ 9]
 \end{aligned}$$

以此类推,可得:

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} B_{U11}^{(2)} \\ B_{U12}^{(2)} \\ B_{U13}^{(2)} \\ B_{U14}^{(2)} \\ B_{U15}^{(2)} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 0.245\ 6 & 0.403\ 0 & 0.151\ 4 & 0.199\ 9 \\ 0.753\ 4 & 0.160\ 3 & 0.072\ 7 & 0.010\ 3 \\ 0.488\ 6 & 0.363\ 0 & 0.102\ 9 & 0.035\ 7 \\ 0.243\ 8 & 0.339\ 1 & 0.088\ 4 & 0.314\ 3 \\ 0.133\ 0 & 0.376\ 7 & 0.184\ 1 & 0.295\ 1 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

③第一层技术自然属性指标的合成运算

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} B_{U11}^{(2)} \\ B_{U12}^{(1)} \\ B_{U13}^{(1)} \\ B_{U14}^{(1)} \\ B_{U15}^{(1)} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 0.088\ 4 & 0.145\ 0 & 0.054\ 5 & 0.072\ 0 \\ 0.211\ 0 & 0.045\ 6 & 0.020\ 4 & 0.002\ 9 \\ 0.078\ 2 & 0.058\ 1 & 0.016\ 5 & 0.005\ 7 \\ 0.009\ 8 & 0.013\ 6 & 0.003\ 5 & 0.013\ 7 \\ 0.408\ 6 & 0.322\ 6 & 0.124\ 3 & 0.141\ 4 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B_{U1}^{(1)} &= B_{U11}^{(1)} + B_{U12}^{(1)} + B_{U13}^{(1)} + B_{U14}^{(1)} + B_{U15}^{(1)} \\
 &= [0.408\ 6 \quad 0.322\ 6 \quad 0.124\ 3 \quad 0.141\ 4]
 \end{aligned}$$

④同理完成农村电网发展的社会环境属性指标的 SWOT 综合评估.

$$\begin{aligned}
 B_{U2}^{(1)} &= B_{U21}^{(1)} + B_{U22}^{(1)} + B_{U23}^{(1)} + B_{U24}^{(1)} + B_{U25}^{(1)} + B_{U26}^{(1)} + \\
 &\quad B_{U27}^{(1)} + B_{U28}^{(1)} + B_{U29}^{(1)} + B_{U20}^{(1)} \\
 &= [0.508\ 1 \quad 0.096\ 7 \quad 0.281\ 9 \quad 0.113\ 4]
 \end{aligned}$$

⑤该县电网的 SWOT 综合评价结果.

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} B_{U1}^{(1)} \\ B_{U2}^{(1)} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 0.408\ 6 & 0.322\ 6 & 0.124\ 3 & 0.141\ 4 \\ 0.508\ 1 & 0.096\ 7 & 0.281\ 9 & 0.113\ 4 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

⑥技术综合评价定位和战略调整

由“波士顿矩阵”的划分结果可知,该农村电网的技术优势大于劣势,社会环境中的机会大于威胁,具有较好的发展基础和环境,属于二等水平的农村电网.

3 结论

将 SWOT 分析模型应用于农村电网的技术综合评估,具有十分重要的理论指导意义.

(1)单因素技术综合置信度的评价工作,从基础指标方面对电网发展的相关信息进行了评价和单因素的 SWOT 识别,为细化农村电网新建改建项目提供了辅助决策依据.

(2)多层次模糊合成运算实现的农村电网 SWOT 综合技术评估,可以从整体上把握被评价电网的技术优势和发展机会;决策者可以根据不同县市农村电网量化的评估结果,从宏观上把握电网发展调控政策.

参考文献:

- [1] 侯婷,朱东华. 基于 SWOT 分析的创新项目技术评价与决策研究[J]. 科研管理,2006,27(4):1-6.
- [2] 冯三勇. 山西电网建设企业 SWOT 分析[J]. 山西建筑,2008,34(26):205-206.
- [3] 王天,叶鹏,吉胜钧. 基于 SWOT 分析的东北电网发展模式研究[J]. 东北电力技术,2008(7):24-28.
- [4] 杨丽徙,王家耀,贾德峰,等. GIS 与模糊模式识别理论在变电站选址中的应用[J]. 电力系统自动化,2003,27(18):87-89.
- [5] 朱学文,王庭喜,熊浩清. 基于模糊区间层次分析法的相对标度电能质量评估应用[J]. 电气应用,2008,27(19):56-60.

表1 电网发展的技术自然属性指标(部分)

Tab.1 Technical and natural attribute index of power network development(part)

二级指标	三级指标	上报数据	评判等级隶属度(置信度)				SWOT分析
			A类	B类	C类	D类	
U11 电网结构	U111 35kV及以上变电所达到N-1准则的比率	89	0	65	35	0	优势
	U113 农村10kV线路手拉手比率	10	0	0	20	80	劣势
	U114 35kV、110(66)kV电网容载比	1.5	0	0	10	90	劣势
	U115 10kV线路供电半径合格率	98	50	50	0	0	优势
U12 电网设施	U121 35kV及以上主变压器、断路器、线路的可用系数	100	70	20	10	0	优势
	U122 变电设备完好率	100	80	15	5	0	优势
	U124 35kV及以上线路完好率	100	70	20	10	0	优势
	U126 6-10kV配电线路完好率	99	70	15	10	5	优势
	U128 低压配电装置完好率	98	80	15	5	0	优势
	U1210 35kV及以上主变有载调压变压器比率	92.8	90	10	0	0	优势
U13 供电质量	U131 综合电压合格率	97.27	30	50	10	5	优势
	U132 居民客户端电压合格率	96.1	90	10	0	0	优势
	U134 农村供电可靠率RS3	99.652	30	55	10	5	优势
	U135 10kV配电母线电压波形畸变率的合格率	100	100	0	0	0	优势
	U136 继电保护和电网自动装置安装率及校验完成率		0	30	50	20	劣势
U14 自动化与信息化	U141 调度自动化系统达到实用化要求	是	50	40	10	0	优势
	U142 县城实现配网自动化的10kV线路比率		0	0	0	100	劣势
	U144 变电所无人值班率		0	0	30	80	劣势
	U145 与公司形成统一信息网络的供电所比率	100	70	30	0	0	优势
	U146 主要通信线路光缆覆盖率	89	20	60	20	0	优势
	U147 综合管理信息系统达到实用化要求	是	10	80	10	0	优势
U15 降损节能	U151 综合线损率	10.03	0	0	0	100	劣势
	U153 低压线损率	11.11	0	20	70	10	劣势
	U154 变电所无功补偿容量与主变容量的比率	11.26	30	60	10	0	优势
	U155 配变无功补偿容量占配变容量比率	18	60	30	0	0	优势
	U156 节能型主变比率	57.14	0	0	30	70	劣势
	U158 农村电网全网无功优化及控制系统达到实用化程度	有	0	0	60	40	劣势

表2 电网发展的社会环境属性指标(部分)

Tab.2 Social environment attribute index of power network development(part)

二级指标	三级指标	上报数据	评判等级隶属度(置信度)				SWOT分析
			A类	B类	C类	D类	
U21 营销管理	U211 95598客户服务系统达到实用化要求	达到	50	40	10	0	机会
	U213 实现同网同价电的比率/%	100	90	10	0	0	机会
	U214 当年电费回收率/%	99.54	0	0	90	10	威胁
U22 优质服务	U221 客户评价满意率/%	99.92	80	20	0	0	机会
	U222 服务承诺兑现率/%	100	90	10	0	0	机会
	U223 在当地民主评议行风活动中名列前茅或被评为“满意单位”	第一	90	10	0	0	机会
U23 科技进步	U231 年科技投入占当年主营业务收入比率/%	0.7	50	30	10	10	机会
U24 家电队伍建设	U241 具有中等职业教育以上学历或初级以上职称的职工人数比例/%	60	100	0	0	0	机会
	U242 全员培训率/%	61	70	20	10	0	机会
U25 与地方的结合	U251 成立了有县政府领导参加的新农村电气化建设工作领导小组	是	100	0	0	0	机会
	U253 新农村电气化建设纳入地方政府经济发展和新农村建设规划	是	80	20	0	0	机会
	U254 变电所建设与当地环境相协调	是	50	40	10	0	机会
U26 安全供电	U261 连续两年不发生重大电网、重大设备事故	是	100	0	0	0	机会
	U262 连续两年不发生企业负有主要责任的农村触电死亡事故	是	100	0	0	0	机会
	U263 县政府制定了电力设备保护办法和措施并得到有效执行	是	10	80	10	0	机会
U27 经济水平	U271 全县年人均GDP(万元)	1.0290	0	0	100	0	威胁
U28 通电状况	U281 居民户通电率/%	100	100	0	0	0	机会
U29 用电水平	U291 全县人均年用电量(kW·h)	327	0	0	0	100	威胁
	U292 全县人均年生活用电量(kW·h)	101	0	0	50	50	威胁
U210 建设基础	U2101 电气化乡(镇)占全县乡(镇)的比率/%	0	0	0	0	100	威胁
	U2102 电气化村占全县行政村的比率/%	0	0	0	0	100	威胁

Application Research of SWOT Analysis Model in Rural Power Technology Evaluation

CHEN Gen-yong¹, REN Qun², DENG Xiao-lei³, XU Li⁴

(1. School of Electrical Engineering Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China; 2. Nanjing Normal University, Nanjing 210042, China; 3. Henan Xiangcheng Power Supply Bureau, Xiangcheng 461700, China; 4. Henan Electric Power Company, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: In order to grasp the technology level of the grid which is to be evaluated on the whole, the index system of rural power three levels technology evaluation, the single factor fuzzy comprehensive evaluation and the SWOT identification are constructed with SWOT analysis model, which reflects strengths and weaknesses of basic indicators of natural attributes and social environment attributes of the power technology, and provides assistant decision-making basis for new project and upgrading and revising project in the power grid. The result of the rural power SWOT technology evaluation is achieved by multi-level fuzzy compositional operations, which makes decision-makers grasp technology advantages and development opportunities of the power grid evaluated in the overall. Case analysis shows that the algorithm has theory value and practicability.

Key words: SWOT analysis model; technology evaluation; fuzzy comprehensive evaluation; assistant decision-making

(上接第 74 页)

Design and Dynamic Research on a New Electrical and Hydro-pneumatic Control System of Pile Hammer

HU Jun-ping, SONG Guang-wei, GUO yong, CHEN Wei, XU Yuan

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: The Other than the traditional distance feedback control principle of hydraulic piling hammer, This paper puts forward a pressure feedback nitrogen inflating electrical and hydro-pneumatic control system of pile hammer, the innovation, which in principle, structure, control methods, etc. makes it adjust the impact energy and frequency automatically, steplessly, and the process of piling can be monitored real-time and so on. After establishing the AMESim model of the pile hammer, conducted a dynamic research. The results show that maximum stroke of the pile hammer is 0.93 m. maximum impact energy is 105 875 kJ, The biggest frequency is 48 Hz, all of which are able to meet the design requirements. The achievements mentioned above are valuable for the development and optimization of hydraulic pile hammer.

Key words: piling hammer; pressure feedback; stepless regulation; AMESim model; dynamic research