

输变电工程环境影响综合评价指标体系的研究

刘建林¹, 张琛²

(1 北京中气京诚环境科技有限公司, 北京 100012;

2 中国环境科学研究院, 北京 100012)

摘要:为了定量分析输变电工程的环境影响,建立了环境影响综合评价指标体系,采用层次分析法和模糊综合评价法量化了指标层、准则层和目标层的环境影响程度。综合分析输变电工程设计期、施工期和运行期三个阶段的环境污染、生态环境影响与社会影响等因素,选取了 17 个指标确定了输变电工程的环境影响评价指标体系,选择政府部门、企事业单位相关人员,采用发放调查问卷的方式对各指标重要性对比并赋值,利用层次分析法得到各层指标的权重,然后通过模糊综合评价法计算,得知输变电工程建设过程中施工期对环境的影响较大,运营期次之,设计期较小,此外,输变电工程建设对环境综合影响介于"微弱不利"和"轻度不利"之间。本研究对输变电工程的环境影响评价及环境影响监管具有理论的指导作用,同时有助于量化分析个体输变电工程的环境影响程度。

关键词:输变电 层次分析法 模糊综合评价法 环境影响评价 评价指标体系

中图分类号:X82

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2017)03-0042-04

STUDY ON ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT INDEX OF ELECTRIC POWER TRANSMISSION

LIU Jian-lin¹, ZHANG Chen²

(1 Beijing Best Meteorology environment Protection Technology Co. LTD Beijing 100025 China; 2 Chinese Research Academy of Environmental Sciences Beijing 100025 China)

Abstract: Environmental impact assessment indicator system was proposed in the paper in order to confirm environmental impact assessment quantitatively, and the environmental impact assessment of electric power transmission could be displayed directly with the help of analytic hierarchy process and fuzzy comprehensive evaluation. Comprehensive analysis of 17 indexes referred to environmental pollution, ecological environmental impact, social environment, etc. in the design phase, construction period and operating period, the assessment indicators of electric power transmission were selected exactly. Questionnaire was used to gather information from a group of people including approvers, appropriate staff and so on, and using the analytic hierarchy process to determine the weight of each index. Then, environmental impact of electric power transmission was quantified and calculated based on the method of fuzzy-synthetic evaluation, and the calculations indicated that environmental impact in the construction period occupied first place; the operating period come second, and the minimal environmental impact in the design phase. Finally, comprehensive environmental impact of electric power transmission was calculated, and the value was between "slight adverse" and "mild adverse". This study provided guidance for environmental impact assessment and environmental management, and also it could offer quantitative analysis of environmental impact caused by electric power transmission project.

Key words: electric power transmission; analytic hierarchy process; fuzzy comprehensive evaluation; environmental impact assessment; assessment indicator system

电网工程建设规模的不断扩大,在给当地带来显著经济效益和社会效益的同时,也对沿线自然环境、社会环境的负面影响逐渐增大^[1],如电晕噪声、电磁污染、环境风险等。因此,研究输变电工程环境影响已成为非常重要的课题之一。

输变电工程对周围自然环境、生态环境乃至社会产生影响主要集中在施工和运行期^[2-3],施工期主要表现为植被破坏、占地、扬尘、机械噪声等环境问题,运行期环境影响主要包括电磁环境、环境风险、生活污水等^[4,5]。目前,我国电网建设项目环境保护管理的重要手段是输变电环境影响评价以及竣工环保验收制度^[6],虽然很多研究^[2-5]对输变电环境保护领域进行了大量、细致的分析,但由于其环境影响的复杂性、长期性、不确定性等特点,依然不能作出全面、明确的判断。我国输变电环境影响评价研究仍处于起步阶段,相应的理论研究滞后,主要表现在:1)评价因子选取及权重的确定依靠专业人员的经验,具有一定的主观性^[7];2)环境影响评价集中在运行期的电磁环境模拟和计算,不能全面反映问题;3)仅从研究层面量化分析工程对环境的综合影响^[8],缺少从环境影响评价角度区分施工期和运行期环境影响评价的量化研究。

因此,本文旨在建立和健全以设计期、施工期和运行期为准则层的输变电工程环境影响评价指标体系,为建设管理单位和施工单位更系统的、全面的了解输变电项目施工、运行过程环境影响环节,同时规范输变电工程环境影响评价和竣工环境保护验收工作,为建设环境友好型输变电工程提供决策与参考依据。

1 输变电工程层次综合分析方法

1.1 环境影响评价指标体系设置

根据输变电工程的环境影响特点,基于环境影响评价阶段分析,以输变电工程环境影响评价综合分析为目标,以设计期、施工期和运行期三个阶段构成准则层,并在此基础上选取各个阶段对环境造成的主要影响因子作为指标层,由此形成输变电工程环境影响评价指标体系,体系分为3个层次,包括目标层、准则层和指标层,具体见表1。

表1 输变电工程环境影响评价指标体系

目标层	准则层	指标层	
输变电工程 环境影响 评价综合 分析 A	设计期 B1	变电站选址	C1
		线路路径走向	C2
		塔基位置	C3
		环境保护措施和设施	C4
		植被破坏	C5
		土地占用	C6
	施工期 B2	生态敏感区环境	C7
		水环境	C8
		大气环境	C9
		声环境	C10
		固废	C11
		拆迁安置	C12
	运营期 B3	电磁环境	C13
		声环境	C14
		水环境	C15
		景观美学	C16
		环境风险	C17

1.2 层次综合评价模型

基于已构建的输变电工程对环境影响评价指标体系层次结构模型,首先,对同一层次各指标分别进行两两比较,采用1~9比例标度法^[9](见表2)判断每一层次各指标的相对重要性,构造出各层次的判断矩阵,如公式(1);其次,计算各层次判断矩阵的最大特征值(λ_{max})及其所对应的特征向量,并进行一致性检验^[10],见公式(2)和(3);第三,综合评价法采用多因素线性加权模型^[11]。

表2 比例标度法

标度	含义
1	两因子比较,同等重要
3	两因子比较,前者比后者稍微重要
5	两因子比较,前者比后者明显重要
7	两因子比较,前者比后者强烈重要
9	两因子比较,前者比后者极端重要
2,4,6,8	取上述两相邻判断的中间值
上述数值的倒数	若因子i与因子j相比得判断 r_{ij} ,则元素j与元素i相比得判断 $r_{ji}=1/r_{ij}$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1/c_1 & c_1/c_2 & \dots & c_1/c_n \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ c_n/c_1 & c_n/c_2 & \dots & c_n/c_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中: $r_{ij} > 0$; $r_{ij} = 1/r_{ji}$; $r_{ii} = 1$; n 为判断矩阵阶数。

$$\text{一致性指标: } CI = \frac{\lambda_{max} - 1}{n - 1} \quad (2)$$

$$\text{随机一致性比率: } CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

式中:RI 为随机一致性指标均值,见表 3。

表 3 平均随机一致性指标 RI 的取值

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI 值	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

当 CI=0 时, $\lambda_{max}=n$, 判断矩阵具有完全的一致性; CI 数值越大, 即 $\lambda_{max}-n$ 值越大, 判断矩阵的一致性越差; CR 为检验一致性的判别式, 若 $CR<0.1$, 则认为得到的特征向量即为指标的权重值; 否则须调整和修正判断矩阵。

1.3 隶属度矩阵

首先, 为了确定对环境产生不利的影响及其影响程度的大小, 参考《环境影响评价技术方法》(2016 版), 将影响程度划分为 5 级: 极端不利、非常不利、中度不利、轻度不利和微弱不利, 具体见表 4。

表 4 环境影响程度等级划分

等级	环境影响程度描述
极端不利	引起某个环境因子无法替代、恢复与重建的损失, 损失是永久的、不可逆的
非常不利	引起某个环境因子严重而长期的损害或损失, 其替代、恢复和重建非常困难和昂贵, 且需要很长时间
中度不利	引起某个环境因子严重而长期的损害或破坏, 其替代、恢复是可能的, 且需要很长时间
轻度不利	引起某个环境因子轻微损失或暂时性破坏, 其再生、恢复与重建可以实现, 但需要一定时间
微弱不利	引起某个环境因子暂时性破坏或受干扰, 其替代、重建比较容易实现

其次, 根据表 4 所列选项, 评价输变电工程的环境影响程度, 统计各评价指标相对应的评价等级的评价总数, 得到矩阵如下:

表 7 准则层 (B2-C) 的判断矩阵

B2	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	权重 (pj)	总排序 (wi×pj)
C5	1	5	4	3	6	2	7	9	0.34	0.2040
C6	1/5	1	1/5	1/2	1/3	1/4	1/3	2	0.04	0.0240
C7	1/4	5	1	6	7	4	8	9	0.28	0.1680
C8	1/3	2	1/6	1	2	1/3	3	5	0.08	0.0480
C9	1/6	3	1/7	1/2	1	1/5	2	3	0.05	0.0300
C10	1/2	4	1/4	3	5	1	2	4	0.14	0.0840
C11	1/7	3	1/8	1/3	1/2	1/2	1	2	0.05	0.0300
C12	1/9	1/2	1/9	1/5	1/3	1/4	1/2	1	0.02	0.0120

$\lambda_{max}=8.87, CI=0.124, CR=0.088<0.1$

表 8 准则层 (B3-C) 的判断矩阵

B3	C13	C14	C15	C16	C17	权重 (pj)	总排序 (wi×pj)
C13	1	3	5	6	1/2	0.29	0.0870
C14	1/3	1	2	4	1/5	0.12	0.0360
C15	1/5	1/2	1	2	1/6	0.07	0.0210
C16	1/6	1/4	1/2	1	1/7	0.04	0.0120
C17	2	4	6	7	7	0.47	0.1410

$\lambda_{max}=5.12, CI=0.03, CR=0.027<0.1$

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{13} & d_{14} & d_{15} \\ d_{21} & d_{22} & d_{23} & d_{24} & d_{25} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{171} & d_{172} & d_{173} & d_{174} & d_{175} \end{bmatrix} \quad (4)$$

第三, 按 $l_{ij}=d_{ij}/\sum_{j=1}^5 d_{ij}$ 计算各指标的权重向量, 从而得到评价指标的权重矩阵 L。

2 输变电工程化环境影响评价模型与结果分析

2.1 评价因子指标权重确定

通过对从事输变电工程的环境影响评价人员、竣工环境保护调查人员、审批部门的相关人员、行业专家等进行了咨询调查, 以及结合文献^[8]数据, 输变电工程环境影响评价指标体系的指标层判断矩阵见表 5~表 8。

表 5 目标层 (A-B) 的判断矩阵

A	B1	B2	B3	权重 (wi)
B1	1	1/6	1/3	0.10
B2	6	1	2	0.60
B3	3	1/2	1	0.30

$\lambda_{max}=3.00, CI=0.0015, CR=0.026<0.1$

表 6 准则层 (B1-C) 的判断矩阵

B1	C1	C2	C3	C4	权重 (pj)	总排序 (wi×pj)
C1	1	1/2	4	3	0.28	0.0280
C2	2	1	8	6	0.56	0.0560
C3	1/4	1/8	1	2	0.09	0.0090
C4	1/3	1/6	1/2	1	0.07	0.0070

$\lambda_{max}=4.12, CI=0.04, CR=0.044<0.1$

从表 5 中得到的权重值可知,输变电工程环境影响评价的相关人员整体上认为输变电工程建设过程中施工期建设活动对环境的影响最大,其次为运行期,设计期的前期工作对环境的影响较小。

从表 6~表 8 中计算权重值得出,输变电工程在设计阶段即应关注变电站选址和线路路径选择,尽可能地选择环境影响较小的区域;在变电站选址和线路路径选择的基础上,因地制宜的设计塔基位置和环境保护措施和设施。施工期间,建设管理单位及环保行政部门应着重关注植被破坏、生态敏感区影响以及声环境等环境影响;输变电工程运营期一般在 30~50 年,根据造成的环境影响严重程度,运行管理单位应定期检查和检测关于环境风险、电磁环境和声环境的环保设施和措施。

通过计算并比较总排序结果,可知在整个输变电工程建设过程中对环境的影响程度依次为植被破坏、生态敏感区域、环境风险、电磁环境、线路路径选择、施工期声环境、运营期声环境等。

2.2 隶属度矩阵确定

针对输变电工程设计期、施工期和运营期三个阶段 17 个环境影响指标进行问卷调查,由环境影响评价人员、竣工环境保护调查人员、审批部门的相关人员、行业专家打分,采用统计分析法计算确定隶属度矩阵,共发放调查表 55 份。经统计分析,得到隶属度矩阵为:

2.3 输变电工程模糊综合评价

$$L = \begin{bmatrix} 0.018 & 0.055 & 0.218 & 0.473 & 0.236 \\ 0 & 0.036 & 0.164 & 0.455 & 0.345 \\ 0.018 & 0.055 & 0.273 & 0.291 & 0.364 \\ 0 & 0 & 0.145 & 0.400 & 0.455 \\ 0 & 0.073 & 0.236 & 0.255 & 0.436 \\ 0.218 & 0.091 & 0.182 & 0.236 & 0.273 \\ 0.164 & 0.164 & 0.218 & 0.218 & 0.236 \\ 0 & 0.127 & 0.109 & 0.418 & 0.345 \\ 0 & 0.036 & 0.400 & 0.382 & 0.182 \\ 0 & 0 & 0 & 0.309 & 0.691 \\ 0 & 0 & 0 & 0.273 & 0.727 \\ 0.055 & 0.200 & 0.255 & 0.255 & 0.236 \\ 0.109 & 0.127 & 0.218 & 0.309 & 0.236 \\ 0.073 & 0.164 & 0.236 & 0.309 & 0.218 \\ 0 & 0.091 & 0.182 & 0.564 & 0.164 \\ 0.236 & 0.236 & 0.164 & 0.309 & 0.055 \\ 0.145 & 0.182 & 0.164 & 0.291 & 0.218 \end{bmatrix} \quad (6)$$

2.3.1 准则层模糊判断

设计期的环境影响评价模糊判断结果为:

$$[0.28 \ 0.56 \ 0.09 \ 0.07] \cdot \begin{bmatrix} 0.018 & 0.055 & 0.218 & 0.473 & 0.236 \\ 0 & 0.036 & 0.164 & 0.455 & 0.345 \\ 0.018 & 0.055 & 0.273 & 0.291 & 0.364 \\ 0 & 0 & 0.145 & 0.400 & 0.455 \end{bmatrix} = (7)$$

[0.0067 0.0405 0.1875 0.4411 0.3242]

施工期的环境影响评价模糊判断结果为:

$$[0.34 \ 0.04 \ 0.28 \ 0.08 \ 0.05 \ 0.14 \ 0.05 \ 0.02] \cdot (8a)$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0.073 & 0.236 & 0.255 & 0.436 \\ 0.218 & 0.091 & 0.182 & 0.236 & 0.273 \\ 0.164 & 0.164 & 0.218 & 0.218 & 0.236 \\ 0 & 0.127 & 0.109 & 0.418 & 0.345 \\ 0 & 0.036 & 0.400 & 0.382 & 0.182 \\ 0 & 0 & 0 & 0.309 & 0.691 \\ 0 & 0 & 0 & 0.273 & 0.727 \\ 0.055 & 0.200 & 0.255 & 0.255 & 0.236 \end{bmatrix} = [0.0556 \ 0.0902 \ 0.1825 \ 0.27] \quad (8b)$$

运营期的环境影响评价模糊判断结果为:

$$[0.29 \ 0.12 \ 0.07 \ 0.04 \ 0.47] \cdot \begin{bmatrix} 0.109 & 0.127 & 0.218 & 0.309 & 0.236 \\ 0.073 & 0.164 & 0.236 & 0.309 & 0.218 \\ 0 & 0.091 & 0.182 & 0.564 & 0.164 \\ 0.236 & 0.236 & 0.164 & 0.309 & 0.055 \\ 0.145 & 0.182 & 0.164 & 0.291 & 0.218 \end{bmatrix} = (9)$$

[0.1182 0.1578 0.1878 0.3153 0.2109]

2.3.2 目标层模糊判断

根据总排序计算得到的单项指标值与隶属度矩阵,通过矩阵模型计算,可得到目标层模糊判断结果:

$$[0.28 \ 0.56 \ 0.09 \ 0.07 \ 0.34 \ 0.04 \ 0.28 \ 0.08 \ 0.05 \ 0.14 \ 0.05 \ 0.02 \ 0.29 \ 0.12 \ 0.07 \ 0.04 \ 0.47] \cdot L = [0.0695 \ 0.1055 \ 0.1846 \ 0.3017 \ 0.3357] \quad (10)$$

3 结论

利用层次分析法建立了输变电工程环境综合评价指标体系,量化输变电工程在不同阶段对不同环境因子的相对影响程度大小。基于行业相关人员咨询结果,通过判断矩阵计算得知,输变电工程建设过程中施工期对环境的影响较大,运营期次之,设计期较小。通过单项指标权重值比较可知,输变电工程建设影响程度较大的环境因子依次为植被破坏、生态敏感区域、环境风险、电磁环境、线路路径选择、施工期声环境、运营期声环境等。

根据最大隶属度原则及环境影响评价模糊判断结果表明,设计期的环境影响为“轻度不利”,施工期环境影响为“微弱不利”,运营期环境影响为“轻度不利”。通过单项指标值与隶属度矩阵计算,输变电工程建设对环境综合影响为“微弱不利”和“轻度不利”之间,因此,通过加强“事中”和“事后”的环境管理,可实现“环境友好型”的输变电工程。

参考文献

[1] 濮文青,李志青,余寒,王圣,杨凯.输变电环境影响评价及竣工环保验收相关要点分析[J].电力科技与环保,2011,27(4):5-8.

备好以下材料物品:

- A.药剂 B.洁净冷水 C.塑料拌和桶
D.木质桶竿 E.防护眼镜 F.橡胶手套
G.头盔 H.防护面罩
I.封口器(木楔或铁楔)

搅拌:HSCA 是一种粉状材料,使用前须与清洁冷水进行充分混全。即按一包 5 kg 药剂加大约 1.5-1.7 升水倒入搅拌容器中,再缓缓倒入一袋 5 kg HSCA,用木棍或戴橡胶手套的手搅拌成具有流动性的均匀浆体。

装填:对于多层网格状布置的钻孔,装填应按照先外后里的顺序,两排钻孔装填间隔时间在 10 min,装填孔之前必须将钻孔清理干净,不得有水和杂物。装填向下的钻孔,可将拌好 HSCA 的浆体迅速灌入孔内,灌孔必须密实,不必堵塞孔口。水平方向或倾斜向上方向的钻孔要用干稠的胶泥状 HSCA 搓成条塞入孔中并捣实。搅拌后的 HSCA 浆体必须在 10 min 内充填在孔内,否则,流动性及破碎效果降低。

水平方向和向上方向的钻孔,也可采用比钻孔直径略小的高强长纤维纸袋装入药剂,按一个操作循环所需要的药卷数量,放在盆中,倒入洁净水完全浸泡,30-50 s 左右药卷充分湿润、完全不冒气泡时,取出药卷从孔底开始逐条装入并捅紧,密实地装填到孔口。即“集中浸泡,充分浸透,逐条装入,分别捣实”。孔口留五厘米用黄泥封堵保证水分药剂不流出。

煤岩刚开裂后,可向裂缝中加水,支持药剂持

续反应,可获得更好效果

4 注意事项

施工前认真检查破碎剂型号是否匹配,破碎剂是否合格、有无破损。

检查钻孔,孔内水、煤岩粉是否吹干净;孔深、间排距是否合格。

检查工具是否齐全、完好。

灌装破碎剂后膨胀期间,严禁人员靠近煤岩体,防止膨胀后煤岩体塌落伤人。

刚钻完孔和刚冲孔的钻孔,孔壁温度较高,应确定温度正常符合要求并清洗干净后才能继续装药。

5 结语

无声爆破在高瓦斯矿井掘进巷道过构造期间,无需对掌头设备进行遮挡、无需等待时间、没有震动及冲击波,更不容易引起瓦斯事故,破碎效果及破碎时间可以根据需要进行控制。无声爆破是一项成熟的技术,已经广泛运用于岩石破碎及建筑物拆除,这项技术已经在煤矿井下开始运用。无声爆破以它非易燃、易爆危险品,运输、保管、使用安全;爆破无震动、声响、烟尘、飞石等公害;操作简单,不用雷管,不需专业工种等优点在煤矿广泛使用。

参考文献

- [1]李增书. 静力无声爆破剂在井下破除密闭和巷道贯通时的应用
[2]董绪贞. 井下无声爆破技术应用

(上接第 45 页)

- [2]李培栋,任妍,史雪飞,赵晓琳.浅谈输变电工程的环保问题[J].价值工程,2010,29(21):191.
[3]傅利成.输变电设施电磁环保纠纷应对处置的思考[J].大众用电,2014,(4):11-12.
[4]许杨,张小青,杨大晟.高压输电线路工频电磁环境[J].电力学报,2007,22(1):9-14.
[5]罗超,查智明,姚为方.高压输变电工程中的环境问题及其管理和应对[J].环境科学与管理,2012,37(3),11-13.
[6]濮文青,王圣,宋燕燕,潘超.输变电建设项目环境影响评价的

- 认识与实践[J].电力环境保护,2009,25(2):38-40.
[7]唐勇俊,张峥,魏小淤,袁智强.上海电网输变电工程项目后评价指标体系研究[J].电力与能源,2016,37(3):322-324.
[8]沈娟.包头至呼市东 500kV 输变电工程环境影响评价研究[D].北京:2011.24-31.
[9]袁运祥,袁运鸿.三峡工程对环境与生态影响的综合评价方法[J].深圳大学学报(理工版),1994,11(3):74-84.
[10]王荣军,谢余初,张影,潘峰,王颖,巩杰.基于 PSR 模型的旱区城市湿地生态安全评估[J].生态科学,2015,34(3):133-138.
[11]赵焕新.基于层次分析法的矿区各矿复垦优先度评价[J].能源环境保护,2016,30(1):57-60.