

江苏省输变电类生产建设项目水土保持综合评价

闫超, 张娜娜, 赵言文

(南京农业大学 资源与环境科学学院, 江苏 南京 210095)

摘要: 水土保持综合评价是水保技术方案及政策可行性评价的基本原则和依据。从水土流失基本情况和水土保持防治效果两方面建立了评价指标体系, 采用层次分析法(AHP)和熵权法确定了指标权重, 利用因子加权法和法构建了评价模型。以江苏省近 5 a 典型输变电类生产建设项目为研究实例, 运用评价模型进行了水土保持综合效益评价, 并针对不同水土保持类型区条件下的输变电项目进行了效益分析比较。结果表明, 丘陵区条件下的输变电类生产建设项目水土保持效益最大, 其次为一般平原区, 最后为平原沙土区; 水土保持效益波动性从大到小顺序依次为: 一般平原区 > 丘陵山区 > 平原沙土区。

关键词: 输变电类生产建设项目; 水土保持; 综合效益评价; 江苏省

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2014)02-0120-04

中图分类号: S157.1

DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2014.02.026

Comprehensive Evaluation of Soil and Water Conservation in Power Transmission Engineering Projects of Jiangsu Province

YAN Chao, ZHANG Na-na, ZHAO Yan-wen

(College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095, China)

Abstract: Comprehensive evaluations of soil and water conservation may provide principles and a theoretical basis for the policy development of soil and water conservation and the feasibility assessment of technological scheme. An index system was built based on the two factors of the basic situation of soil and water loss and the protective efficiency of soil and water conservation. An evaluation model was constructed based on factor weighted sum, and the factor weights were determined by using AHP and entropy weight method. By taking the typical power transmission projects in Jiangsu Province for examples and using the evaluation model, the study made a comprehensive evaluation of the soil and water conservation benefits and a comparative analysis of the soil and water conservation benefits for different types of soil and water conservation areas. Results showed that, as for the soil and water conservation benefits in power transmission engineering projects, the hilly area had the greatest beneficial result, followed by the general plains area and the sandy plain area. For the fluctuation of soil and water conservation benefits, the general plain area was the first, the hilly area was the second, and the sandy plain area was the third in a descending order.

Keywords: power transmission engineering; soil and water conservation; comprehensive benefits evaluation; Jiangsu Province

随着我国工业化和城市化进程的加快, 各类生产建设项目日益增加, 其中输变电建设发展迅速, “十一五”期间较“十五”期间输变电类生产建设项目增加了 22.5%^[1]。输变电类生产建设项目在建设过程中由于塔基开挖, 施工场地修建及牵张场平整等活动, 会扰动大量土地, 产生大量弃土、弃渣, 如不及时采取防护措施, 受降雨等影响极易造成边坡滑塌, 弃渣外流

以及破坏周边生态环境等危害^[2]。因此, 为能科学合理地配置水土保持措施, 有针对性的进行水土流失防治, 开展输变电类生产建设项目水土保持效益综合评价研究具有重要理论意义与实践价值。

目前, 国内外学者对水土保持综合评价进行了大量研究。在评价指标选取方面, 大多学者从基础效益、经济效益、社会效益、生态效益等方面构建水土保

收稿日期: 2013-05-28

修回日期: 2013-06-13

资助项目: 江苏省水利科技项目“生产建设项目水土流失防治技术研究及应用”(2012031)

作者简介: 闫超(1987—), 男(汉族), 河南省平顶山市人, 硕士研究生, 研究方向为水土保持、环境影响评价。E-mail: 2010103043@njau.edu.cn。

通信作者: 赵言文(1965—), 男(汉族), 江苏省徐州市人, 教授, 博士生导师, 主要从事环境生态学、生态农业、水土资源利用与管理。E-mail: ywzhao@njau.edu.cn。

持效益评价指标体系^[3-5]。在评价方法运用方面,很多学者采用层次分析法确定各评价指标的权重,再通过模糊数学法构建模型对水土保持效益进行综合评价^[6-8];在评价模型应用方面,有的学者注重于对研究区域整个治理效果的评价^[9-10],有的学者注重于具体措施水土保持效益评价模型的构建与应用^[11-14]。然而,目前学者所选取的水土保持生态效益和社会效益等评价指标难以界定和量化计算^[15],存在评价结果与真实情况不符以及难以进行不同区域、不同项目之间比较等问题;采用单一的层次分析法进行指标权重的确立,会给评价结果带来很大的主观影响;基于区域研究而建立的评价模型涉及到很多区域性指标,不适用于单个项目的水土保持综合评价,而将评价模型应用于具体措施的效益评价,则对部分措施的效果界定存在操作性难的问题。因此,本研究围绕水土流失基本情况和水土保持防治效果两方面建立评价指标体系,采用层次分析法和熵权法确定指标权重,利用因子加权法和法构建评价模型;同时以江苏省近 5 a 典型输变电类生产建设项目为研究实例,利用评价模型进行水土保持综合效益评价,并运用概率统计对水土保持效益进行分级,分析比较不同水土保持类型区条件下的输变电项目水土保持综合效益,以期探讨输变电类生产建设项目水土保持综合评价模式,为今后江苏省水土保持措施体系的优化与合理配置提供科学依据,为水行政主管部门优化审批输变电类生产建设项目提供参考。

1 研究区概况及数据来源

1.1 研究区概况

江苏省地处江淮平原,属温带向亚热带的过渡带性气候,平均气温介于 13~16 °C,年均降雨量为 704~1 250 mm;境内水网稠密,湖泊众多;地形以平原为主,部分地区分布有低山、丘陵、岗地。参照江苏省水土保持规划(2011—2030 年),江苏省水土保持类型区划分为重点区和一般区,重点区为丘陵山区和平原沙土区;水土流失主要分布在丘陵山区(低山、丘陵、岗地)和平原区,大部分地区以水力侵蚀为主。输变电类项目是生产建设项目线型工程的一类典型代表,具有空间跨度大、扰动点分散、项目区地貌类型及水土流失类型多样等特点^[16]。近 5 a 江苏省主要审批的输变电类项目合计 108 个,占生产建设项目审批总数的 15.66%。

1.2 数据来源及处理

通过对 30 个典型输变电类项目在方案编制、监测及后评估过程中进行实地调研,掌握项目区自然环

境、水土流失、水土保持措施及布局、水土流失防治效果等数据情况;并对相关数据进行人工录入,建立基础数据库;最后借助 Excel 等软件,利用常规统计方法对数据进行系统分析。

本文所研究的 30 个典型输变电类项目涉及平原沙土区的项目数为 10 个,涉及丘陵山区的项目数为 10 个,涉及一般区的项目数为 10 个,研究项目涵盖了所有江苏省水土保持类型区,能够反映出江苏省输变电类生产建设项目的的基本情况,具有一定的代表性。

2 水土保持综合评价模型

2.1 指标体系建立

按照全面性与代表性、可操作性与准确性、独立性与可比性相结合的总体原则,首先利用文献调查与实地调研相结合的方法初步确定评价指标,再运用专家咨询法对江苏省各级水行政主管部门、方案编制单位、水保设施验收评估机构等水土保持领域相关专家进行多轮意见征求,确定最终的评价指标。

结合层次分析法将输变电类生产建设项目水土保持综合评价指标体系分为 3 个层次,第 1 层为水土保持综合效益目标层;第 2 层为准则层,包括水土流失影响因子、水土流失防治效果 2 个评价指标因子;第 3 层指标层,包括扰动土地面积、扰动土地整治率等 12 个评价指标因子(表 1)。

表 1 水土保持综合效益评价指标体系

目标层 A	准则层 B	指标层 C
水土保持综合效益	水土流失影响因子 B ₁	扰动土地面积 C ₁
		影响区面积 C ₂
		土石方填挖量 C ₃
		弃(土、石)渣量 C ₄
		影响时间 C ₅
		预测水土流失量 C ₆
	水土流失防治效果因子 B ₂	扰动土地整治率 C ₇
		水土流失治理度 C ₈
		拦渣率 C ₉
		土壤流失控制比 C ₁₀
		林草植被恢复率 C ₁₁
		林草植被覆盖度 C ₁₂

2.2 指标权重确定

采用将层次分析法和熵权法相结合的组合赋权法来确定水土保持综合效益评价指标的权重。

2.2.1 层次分析法确定指标权重 首先对各层元素指标两两进行比较,确定其相对重要性,并分级构造判断矩阵,然后计算各判断矩阵的特征向量,得到各

评价指标的相对权重^[17]。

2.2.2 熵权法确定指标权重 首先构建原始数据矩阵,对原始矩阵进行归一化,然后根据熵公式计算出各指标的熵值,最后得出各指标的权重^[18]。

2.2.3 组合赋权法确定指标权重 根据以上层次分析法和熵权法确定的指标权重,利用组合赋权法^[19]确定最终权重。计算公式为:

$$\omega = \lambda \omega_a + (1 - \lambda) \omega_b$$

式中: ω ——组合赋权法权重; ω_a ——层次分析法权重; ω_b ——熵权法权重; λ ——偏好系数(本研究取值 0.5)。基于组合赋权法的输变电类项目水土保持综合效益评价指标权重详见表 2。

表 2 基于组合赋权法的评价指标权重

评价指标	层次分析法 权重 W_a	熵权法 权重 W_b	组合赋权法 权重 W
扰动土地面积	0.074 5	0.175 9	0.125 2
影响区面积	0.015 4	0.099 6	0.057 5
土石方填挖量	0.019 0	0.102 6	0.060 8
弃渣量	0.030 2	0.075 6	0.052 9
影响时间	0.068 4	0.157 6	0.113 0
预测水土流失量	0.125 9	0.098 3	0.112 1
扰动土地整治率	0.045 4	0.046 4	0.045 9
水土流失治理度	0.176 6	0.039 7	0.108 2
拦渣率	0.160 4	0.041 0	0.100 7
土壤流失控制比	0.174 7	0.068 0	0.121 4
林草植被恢复率	0.068 7	0.042 4	0.055 6
林草植被覆盖度	0.040 9	0.052 9	0.046 9

2.3 数据标准化处理

由于各指标量纲不同,进行评价分析前首先要对数据进行标准化处理,标准化方法为:

对正向指标而言,标准化公式为:

$$r_i = 1 + \frac{99 \times (x_i - \min x)}{\max x - \min x}$$

对逆向指标而言,标准化公式为:

$$r_i = 1 + \frac{99 \times (\max x - x_i)}{\max x - \min x}$$

式中: r_i ——第 i 个指标标准化后的值(无量纲); x_i ——第 i 个指标的值; $\max x$ ——该指标的最大值; $\min x$ ——该指标的最小值。

本研究正向指标包括扰动土地整治率、水土流失治理度、拦渣率、土壤流失控制比、林草植被恢复率、林草植被覆盖度;逆向指标包括扰动土地面积、影响区面积、土石方填挖量、弃渣量、影响时间、预测水土流失量。

2.4 评价模型构建

利用因子加权求和法构建江苏省输变电类生产

建设项目水土保持综合效益评价模型,计算公式为:

$$E_k = \sum_{i=1}^n \omega_i \times r_i$$

式中: E_k ——第 k 个评价项目的水土保持综合效益指数值; ω_i ——第 k 个评价项目的第 i 个指标的权重; r_i ——该指标标准化处理后的定量值。

3 水土保持综合效益分析

3.1 评价等级划分

利用水土保持综合评价模型对 30 个典型项目进行效益评价,并对求出的水土保持综合效益指数进行概率分布统计(图 1)。由图 1 可知,江苏省典型输变电类生产建设项目水土保持效益指数基本服从正态分布,在 36.45~76.03 之间,大部分分布在 60 左右。在前人的研究基础上^[20],从概率统计的角度进行评价等级划分,分别将最两边 10% 的分布划分为效益非常好和效益非常差;将最中间占总效益指数 40% 的分布划分为效益一般;将效益非常好与效益一般之间、效益非常差与效益一般之间的 20% 分布划分为效益好、效益差(表 3)。

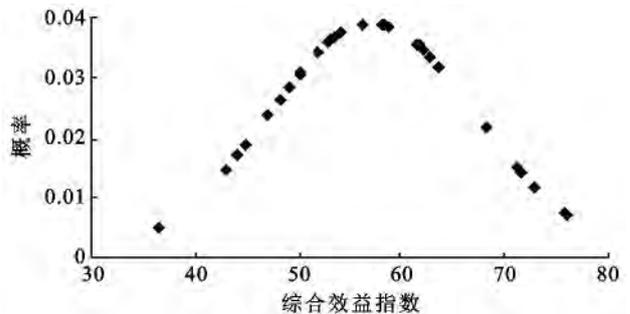


图 1 水土保持效益指数分布

表 3 水土保持效益指数分级

评价分级	占总数比例/%	水土保持效益指数
效益非常好	10	≥ 72.12
效益好	20	61.98~72.12
效益一般	40	50.37~61.98
效益差	20	44.25~50.37
效益非常差	10	≤ 44.25

3.2 综合效益分析

通过数据统计分析,30 个项目效益指数最大值为 76.03,最小值为 36.45,平均值为 57.18,标准差为 10.20;分布在效益非常好和效益好区间内的项目效益指数标准差为 5.42,分布在效益一般区间内的项目效益指数标准差为 3.34,分布在效益差和效益非常差区间内的项目效益指数标准差为 4.38,表明大部分输变电类项目水土保持综合效益指数波动性

不大,水土保持综合效益稳定。本文针对不同水土保持类型区条件下的输变电类生产建设项目的水土保持综合效益进行对比分析,一般平原区、平原沙土区、丘陵区的输变电类项目水土保持综合效益在不同级别的分布情况详见表 4,水土保持综合效益指标对比情况详见表 5。由表 4 可知,丘陵区项目水土保持效益分布在非常好的区间内最多,占 20%,并且没有分布在效益非常差区间内的项目;平原沙土区项目水土保持效益分布在效益一般的区间内最多,占总数的 60%,没有分布在效益非常好区间内的项目;一般平原区水土保持效益分布最为分散。由表 5 可知,水土保持效益指数平均数从大到小顺序依次为丘陵山区、一般平原区、平原沙土区,这表明丘陵山区条件下的

输变电类生产建设项目水土保持效益最好,其次为一般平原区,最后为平原沙土区。由此可知,丘陵山区输变电项目实际水土保持措施布设合理,取得了较好的防治效果;平原沙土区水土流失较严重,防治难度大,防治效果差,是江苏省重点防治水土流失的主要类型区。

水土保持效益指数标准差从大到小顺序依次为一般平原区、丘陵山区、平原沙土区,这表明一般平原区条件下的输变电类项目水土保持效益波动性最大,其次为丘陵山区、平原沙土区。由此可知,一般平原区条件下的输变电类生产建设项目水土保持效益最不稳定,应根据工程实际情况制定不同的防治措施与防治标准,以提高其水土保持效益稳定性。

表 4 不同水土保持类型区条件下水土保持效益指数级别分布

水土保持类型区	效益指标分布及比例	评价分级				
		效益非常好	效益好	效益一般	效益差	效益非常差
一般区	数量/个	1	2	3	2	2
	比例/%	10	20	30	20	20
平原沙土区	数量/个	0	2	6	1	1
	比例/%	0	20	60	10	10
丘陵区	数量/个	2	2	3	3	0
	比例/%	20	20	30	30	0

表 5 不同水土保持类型区条件下水土保持效益指数对比

水土保持类型区	水土保持效益指数统计指标				
	样本数	平均数	最大值	最小值	标准差
一般区	10	56.65	76.04	43.03	12.08
平原沙土区	10	56.14	71.63	36.46	9.25
丘陵区	10	58.74	75.88	47.00	9.96

4 结论

(1) 输变电类生产建设项目水土保持效益指数 ≥ 72.12 为效益非常好, $61.98 \sim 72.12$ 为效益好, $50.37 \sim 61.98$ 为效益一般, $44.25 \sim 50.37$ 为效益差, ≤ 44.25 为效益非常差。应该加大对水保效益指数小于 44.25 的输变电类项目的防治力度。

(2) 丘陵区条件下的输变电类生产建设项目水土保持效益最大,其次为一般平原区,最后为平原沙土区;一般平原区条件下的输变电类生产建设项目水土保持效益波动性最大,其次为丘陵山区,最后为平原沙土区。应加大对平原沙土区条件下的输变电类项目的防治力度,提高水土保持综合效益,还应稳定并提高一般平原区条件下的输变电类项目的防治效益。

(3) 由于受研究对象的复杂性等方面影响,本研

究尚有诸多不足之处。评价因子的选择存在一定的主观性,要克服此弱点,就必须开展水土保持综合评价因子与水土保持效益之间复杂关系的长期试验和大量研究;本研究选取的样本数目有限,可能导致水土保持效益分析比较结果与实际情况存在差异,针对这一问题,需在以后的分析评价中进行修正和完善。

[参 考 文 献]

- [1] 宋晓强,张长印,刘洁. 开发建设项目水土流失成因和特点分析[J]. 水土保持通报, 2007, 27(5): 108-113.
- [2] 刘卉芳,徐永年,陈超,等. 山区丘陵区输变电工程水土流失特点及防治措施分析[J]. 北京水务, 2009(S2): 21-24.
- [3] 陈渠昌,张如生. 水土保持综合效益定量分析方法及指标体系研究[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2007, 5(2), 95-104.
- [4] 刘纪根,张平仓,喻惠花. 水土流失综合治理率综合评价指标体系框架研究[J]. 长江科学院院报, 2008, 25(3): 82-86.
- [5] Lambert D, Schaible G D, Johansson R, et al. The value of integrated CEAP-ARMS survey data in conservation program analysis[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2007, 62(1): 1-10.

(下转第 133 页)

- 2007, 115(2): 308-312.
- [7] 张玉珍, 洪华生, 曾悦, 等. 九龙江流域畜禽养殖业的生态环境问题及防治对策探讨[J]. 重庆环境科学, 2003, 25(7): 29-31, 34.
- [8] 阎波杰, 赵春江, 潘瑜春, 等. 大兴区农用地畜禽粪便氮负荷估算及污染风险评价[J]. 环境科学, 2010, 31(2): 437-443.
- [9] 高新昊, 张绍迎, 江丽华, 等. 山东省农业污染综合分析与评价[J]. 水土保持通报, 2010, 30(5): 182-186.
- [10] 宋大平, 庄大方, 陈巍. 安徽省畜禽粪便污染耕地、水体现状及其风险评价[J]. 环境科学, 2012, 33(1): 110-116.
- [11] 彭里, 王定勇. 重庆市畜禽粪便年排放量的估算研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 288-292.
- [12] 庞凤梅, 李鹏, 李玉浸, 等. 天津市畜禽粪便年排放量估算及控制对策研究[J]. 农业环境与发展, 2008, 25(3): 82-85.
- [13] 汪清平, 王晓燕. 畜禽养殖污染及其控制[J]. 首都师范大学学报: 自然科学版, 2003, 24(2): 96-101.
- [14] 汪开英, 刘健, 陈小霞, 等. 浙江省畜禽业排污测算与土地承载力分析[J]. 应用生态学报, 2009, 20(12): 3043-3048.
- [15] 张维理, 武淑霞, 冀宏杰, 等. 中国农业面源污染形势估计及控制对策(I): 21世纪初期中国农业面源污染的形势估计[J]. 中国农业科学, 2004, 37(7): 1008-1017.
- [16] 孔源, 韩鲁佳. 我国畜牧业粪便废弃物的污染及其治理对策的探讨[J]. 中国农业大学学报, 2002, 7(6): 92-96.
- [17] 段勇, 张玉珍, 李延凤, 等. 闽江流域畜禽粪便的污染负荷及其环境风险评价[J]. 生态与农村环境学报, 2007, 23(3): 55-59.
- [18] 徐成汉. 等标污染负荷法在污染源评价中的应用[J]. 长江工程职业技术学院学报, 2004, 21(3): 23-23, 50.
- [19] 孙亚梅, 钟定胜, 张宏伟, 等. 用单位产值等标污染负荷法评价区域工业污染源[J]. 天津大学学报: 社会科学版, 2007, 9(2): 144-147.
- [20] 叶飞, 卞新民. 江苏省水环境农业非点源污染“等标污染指数”的评价分析[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(S): 137-140.

(上接第123页)

- [6] 卜贵贤, 李凯荣, 周俊. 陕南秦巴山区小流域水土保持治理综合效益评价[J]. 水土保持研究, 2011, 18(6): 231-235.
- [7] 吴高伟, 王瑄, 王玉民, 等. 丹东市水土保持综合效益评价模型的建立与解析[J]. 中国水土保持, 2008(6): 33-36.
- [8] 尹辉, 蒋忠诚, 罗为群, 等. 湘中丘陵区水土保持效益综合评价[J]. 中国水土保持, 2010(12): 50-53.
- [9] 张理华, 周秉根, 万蓉蓉, 等. 皖南低山丘陵区水土保持综合评价[J]. 水土保持学报, 2001, 15(6): 20-23.
- [10] Hansen L, Ribaud M. Economic Measures of Soil Conservation Benefits: Regional Values for Policy Assessment [R]. Washington D. C., US: US Department of Agriculture, 2008: 1-25.
- [11] 景可, 焦菊英. 水土保持措施与效益评价研究: 以陕西安塞县为例[J]. 水土保持研究, 2011, 18(1): 132-136.
- [12] 史海静, 李锐. 水土保持工程综合效益评价研究: 以陕西省长江流域水土流失综合治理工程为例[J]. 水土保持研究, 2008, 15(2): 40-43.
- [13] 陈维杰. 水土保持综合治理措施效益分析: 以浑槽河流域为例[J]. 水利经济, 2006, 24(2): 22-25.
- [14] 华荣祥, 张富, 田青, 等. 甘肃省水土保持措施的综合效益分析[J]. 水土保持通报, 2012, 32(2): 211-214.
- [15] 姜德文. 运用水土流失影响指数评价主体工程设计与水土保持方案[J]. 中国水土保持, 2010(12): 4-6.
- [16] 刘卉芳, 徐永年, 陈超, 等. 开发建设项目水土流失特点及减蚀效益分析评价[J]. 水土保持通报, 2009, 23(3): 170-173.
- [17] 陈然, 姚小军, 闫超, 等. 基于GIS和组合赋权法的农村生态功能适宜性评价及管制分区: 以义乌市岩南村为例[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(6): 720-725.
- [18] 刘利霞, 王凤兰, 徐永新. 基于熵权法的区域农村饮水安全评价: 以云南省为例[J]. 水资源与水工程学报, 2009, 20(1): 99-103.
- [19] 朱坚, 翁燕波, 张彪, 等. 基于组合赋权法的宁波市城市生态系统质量评价[J]. 中国环境监测, 2011, 27(1): 64-68.
- [20] 陈晓安, 谢颂华, 张磊, 等. 生产建设项目水土保持综合评价[J]. 水土保持通报, 2012, 32(5): 286-290, 295.