

油田道路对水土保持功能的影响评价

王海燕¹, 王海军¹, 张长印¹, 赵永军¹, 宋晓强², 贾国栋³

(1. 水利部水土保持监测中心, 北京 100055;

2. 陕西省水土保持局, 陕西 西安 710004; 3. 北京林业大学, 北京 100083)

摘要: [目的] 对生产运营期因油田道路占压和硬化损失的水土保持功能价值进行定量评价, 为生产运营期石油天然气项目水土保持补偿费的计征标准提供测算依据。[方法] 采用国内外较为常用的生态服务价值测算方法, 选取陕西省志丹县境内油田为研究对象, 测算生产运营期内油田道路造成水土保持功能价值的损失量。水土保持功能服务价值等于固持土壤、水源涵养、固碳供氧、防风固沙等价值之和。[结果] 初步估算, 生产运营期油田道路造成的水土保持功能价值的损失量, 每口井每年约为 1 827 元。按照油田道路占油田总面积 30%~50% 的比例进行折算, 则石油、天然气项目在生产运营期造成的年度水土保持功能损失值为 3 654~6 090 元/井。[结论] 现行的水土保持补偿费按年度计征的方式和征收标准(每口井不超过 2 800 元)是合理可行的。

关键词: 水土保持补偿费; 水土保持功能; 水土保持功能服务价值; 石油开采企业

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2018)06-0127-05

中图分类号: S157.1

文献参数: 王海燕, 王海军, 张长印, 等. 油田道路对水土保持功能的影响评价[J]. 水土保持通报, 2018, 38(6):127-131. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2018.06.019. Wang Haiyan, Wang Haijun, Zhang Changyin, et al. Evaluation on effects of oilfield roads on soil and water conservation function[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2018, 38(6):127-131.

Evaluation on Effects of Oilfield Roads on Soil and Water Conservation Function

WANG Haiyan¹, WANG Haijun¹, ZHANG Changyin¹, ZHAO Yongjun¹, SONG Xiaoqiang², JIA Guodong³

(1. Soil and Water Conservation Monitoring Center of the Ministry of Water

Resources, Beijing 100055, China; 2. Shaanxi Bureau of Soil and Water Conservation,

Xi'an, Shaanxi 710004, China; 3. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: [Objective] In order to provide a calculation basis for the standard of soil and water conservation compensation fees for oil and gas projects, the values of water and soil conservation function loss due to oilfield road pressure and hardening during production period were quantitatively evaluated. [Methods] The ecological service value evaluation method was used to estimate the loss value of the soil and water conservation function of oilfield by calculating the model of the oilfield in Zhidan County of Shaanxi Province. According to this method, the value of soil and water conservation function is equal to the sum values of holding soil, water conservation, carbon fixation and oxygen supply, air purification, wind and sand fixation, and biodiversity maintenance. [Results] Roads in oilfield can reduce the value of the soil and water conservation function, the average annual loss of soil and water conservation function of each well reached 1 827 yuan. According to 30%~50%, usual proportion of the road area to total area of oil field, the average annual loss of soil and water conservation function of each well was 3 654~6 090 yuan higher than the current standard which is not more than 2 800 yuan. [Conclusions] It is reasonable and feasible for the current method of soil and water conservation compensation to be collected according to the year and the standard of collection(no more than 2 800 yuan per well).

收稿日期: 2018-09-10

修回日期: 2018-10-08

资助项目: 水利部 2016—2018 年财政专项“水土保持业务: 水土保持补偿基础”(126216229000150001); 水利部 2013 年专题“石油开采水土保持功能影响评价”

第一作者: 王海燕(1972—), 女(汉族), 陕西省延安市人, 硕士, 高级工程师, 主要从事水土保持功能服务价值、水土保持政策与制度建设等方面的研究。E-mail: whaiyan363@163.com。

Keywords: compensation for water and soil conservation; function of soil and water conservation; services value of the soil and water conservation function; petroleum enterprise

水土保持补偿费制度是针对生产建设过程中扰动破坏地貌植被造成区域水土保持功能下降而设定的。通过征收水土保持补偿费,提高人为活动削弱(消除)区域水土保持功能的成本,促使生产建设单位或个人加强保护水土资源的意识,从而在生产建设过程中优化工艺、技术和方法或者积极采用新工艺、新技术、新方法以减少对区域水土保持功能的影响。水土保持补偿费制度作为解决人为水土流失问题的一种有效制度设计,在协调经济社会发展与水土保持的关系中发挥着重要作用。《水土保持法》以及国家和省级层面配套的水土保持补偿费征收管理办法等相关文件对水土保持补偿费制度做了明确规定。目前,关于水土保持补偿费制度的框架、补偿方式等的研究较多,关于水土保持补偿标准的量化研究鲜有报道,因此,十分有必要开展相关研究,为正在实施的水土保持补偿费制度提供量化依据。

道路是油田重要的基础设施和必备生产线,无论在建设期还是在生产运营期都离不开道路保障。油田道路具有线多、面广、总里程长、占地面积大的特点。据统计,大庆油田各级道路的占地面积达到全油田占地总面积的 48%^[1];辽河油田专用干支线道路约占油田总面积的 30%^[2]。据对陕西志丹县境内油田实地调查,油田各级道路占地约占油田总占地总面积的 40%。本文以油田道路为例,在定性分析的基础上,采用国内外较为常用的生态服务价值测算方法,对生产运营期因油田道路占压和硬化损失的水土

保持功能价值进行定量评价,依据测算结果分析生产期石油天然气项目水土保持补偿费计征标准的合理性。

1 研究样本情况

1.1 自然概况

研究样本胡尖山油田位于黄土高原与内蒙古鄂尔多斯荒漠草原过度地带,属于温带半干旱大陆性季风气候带,春季多风、夏季干旱、秋季阴雨、冬季严寒,日照充足。年平均气温 7.9℃,年平均日照 2 743 h,年平均降雨量 317 mm,年平均无霜期 141 d 左右。植被类型属于黄土高原草原带植被。区域内水土流失面积约占国土总面积的 83.4%,在春季以风力侵蚀为主,侵蚀模数达 2 000 t/(a·km²);水力侵蚀主要集中在 6—9 月份,侵蚀模数达 5 000~15 000 t/(a·km²),水力侵蚀量约占全年输沙总量的 90%,往往由几次暴雨形成。

1.2 样本概况

胡尖山油田内道路系统主要包括井排路、通井路、进站路、对外连接路等,全长 235.8 km。现有生产井场 871 处,油井 4 347 口,通井道路 235.8 km,占地面积 138.1 hm²。其中,主干线 4 条,长度为 24 km,建设标准为 4.5 m 宽沥青路面;干线 13 条,长度为 76.9 km,建设标准为 4.5 m 宽泥结石路面;支线主要为井场道路,长度为 134.9 km,建设标准为 3.5 m 宽泥结石路面。具体情况详见表 1。

表 1 胡尖山油田道路的组成情况

类型	长度/km	建设标准	占地面积/hm ²		
			耕地	其他草地	合计
主干线	24	4.5 m 宽沥青路面,路基平均占地按 6.5 m。考虑到人员机械活动场地,平均按 7 m 计算。	7.16	9.64	16.80
干线	76.9	4.5 m 宽泥结石路面,路基平均占地按 6.5 m。考虑到人员机械活动场地,平均按 7 m 计算。	20.47	33.37	53.84
支线	134.9	3.5 m 宽泥结石路面,路基宽度按 4.5 m 估算,考虑到人员机械活动场地,平均按 5 m 计算。	28.96	38.50	67.46
合计	235.8		56.59	81.51	138.10

1.3 对水土保持功能的影响机理分析

进入生产期后的油田道路,没有大规模的扰动开发。但是长期对地面占压造成地表水土保持功能削弱甚至消失。油田道路主要供大型运输车辆通行使用,要求具有较高的防水、防裂性能,因此,在生产期采用沥青混凝土、沥青、砂石等铺面或为土路,原有地貌植被和水土保持设施不能恢复,占压土地的土壤质

能交换、水分循环水平下降甚至消失,固碳供氧、净化空气、防风固沙、维持生物多样性等水土保持功能削弱甚至消失。

2 评价方法

本文拟采取当前较为通行的生态价值评价方法,对油田建设之前道路所在位置原有地貌形态的水土

保持功能进行定量测算。由于油田道路建设改变了原有地貌形态,原地貌所蕴含的水土保持功能几乎全部损失。因此,估算出的原有地貌形态的水土保持功能价值量即为因油田道路造成的水土保持功能价值损失量。

水土保持功能是指有利于保护土壤、水自身物质

存量、结构以及他们与生态系统的相互质能交换与循环等关系的作用^[3-4],核心是保护自然生态系统原有状态并有利于生态系统不断演进。主要表现为区域生态系统中的固持土壤、涵养水源、固碳供氧、净化空气、防风固沙、维持生物多样性、促进经济社会可持续发展等。具体情况详见表 2。

表 2 水土保持功能各组成部分的含义

各组成部分	含义
固持土壤	主要表现为稳固作用和抗逆作用。稳固作用主要是指植物根系对维持土壤及其母质位置、结构以及物质存量不变的作用;抗逆作用主要表现为地被物对侵蚀外营力的削弱作用,从而降低土壤侵蚀强度甚至阻止土壤侵蚀发生
涵养水源	狭义的涵养水源功能是指区域生态系统拦蓄降水或调节河川径流量的功能;广义的涵养水源功能是指区域生态系统内多个水文过程所产生的综合效应,主要包括拦蓄降水、调节径流、影响降雨量、净化水质等功能
固碳供氧	主要表现为区域植物及微生物吸收二氧化碳,生产氧气的功能
维持生物多样性	生物多样性是人类赖以生存和发展的基础。根据《中国生物多样性保护战略与行动计划(2011—2030年)》,生物多样性是指生物与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和,包括生态系统、物种和基因三个层次。 ^[5-6] 维护生物多样性功能主要表现为维护生物(动物、植物、微生物)自身及其与环境相对平衡关系的作用
防风固沙	固持土壤功能在风沙区表现为防风固沙功能,主要是指区域生态系统削减风力侵蚀的功能。防止风蚀主要通过降低风速或固定沙地(土壤)来实现
净化空气	生态系统对大气污染物(如二氧化硫、氟化物、氮氧化物、粉尘、重金属等)的吸收、过滤、阻隔和分解,以及降低噪音、提供负离子和萜烯类(如芬多精)物质等功能
促进经济和社会可持续发展	保护和改善有利于当代及后代经济发展所需的水土资源和生态环境的作用

根据余新晓^[5]等人水土保持功能价值等于区域生态系统固持土壤、涵养水源、固碳供氧、净化空气、防风固沙、维持生物多样性等各类价值之和。

$$E = E_{gt} + E_s + E_{c(o)} + E_d + E_{ff} + E_{jh} + E_{kcx} \quad (1)$$

式中: E ——区域水土保持功能价值; E_{gt} ——固持土壤的价值; E_s ——涵养水源价值; $E_{c(o)}$ ——固碳供氧价值; E_d ——维持生物多样性价值; E_{ff} ——防风固沙价值; E_{jh} ——净化空气价值; E_{kcx} ——促进区域经济社会可持续发展价值。

2.1 固持土壤价值

固持土壤价值包括固持土壤物质量、保持土壤肥力和减少泥沙淤积的价值,等于三者之和。

2.1.1 固持土壤物质量价值 固持土壤物质量的值可以用地貌扰动前后的土壤侵蚀量的变化量来反映。主要计算方法有:一是采用直接法,即采用原地貌状态下的土壤侵蚀量减去扰动后土壤侵蚀量的差值就是原状地貌植被固持土壤量;二是采用间接法,选取自然地理条件与样本区相同的区域进行类比,根据参照区域固持土壤能力推算出样本区固持土壤量;三是采用模型计算。本文选用第 2 种方法计算样本区土壤侵蚀量变量,采用机会成本法计算固持土壤的价值^[6]。

$$E_i = A \cdot M / (h \cdot \rho) \cdot R \quad (2)$$

式中: E_i ——固持土壤的价值; A ——区域面积; M ——同类区域侵蚀模数,取 15 000 t/(a·km²); h ——样本区土壤耕作层厚度,取 35 cm; ρ ——样本区土壤容重取 1.35 g/cm³; R ——农业产值,取 5 127 元/hm²(定边县 2016 年国民经济和社会发展统计公报)。

2.1.2 保持肥力价值 水土流失造成土壤中氮、磷、钾元素损失,可以采用替代法,把氮、磷、钾元素分别折算成碳酸氢铵、过磷酸钙和硫酸钾的量,再分别乘以相应市场价格来算得。保持肥力价值,采用原状地貌植被减少氮、磷、钾元素的量乘以相应的市场价值获得。

$$E_f = A \cdot M \cdot \sum (F_i \cdot \alpha_i \cdot P_i) \quad (3)$$

式中: E_f ——保持肥力价值; M ——同类区域侵蚀模数,取 15 000 t/(a·km²); F_i ——土壤中氮、磷、钾肥含量,氮取 1 035.8 mg/kg,磷取 29.0 mg/kg,钾取 66.5 mg/kg; α_i ——换算系数,碳酸氢铵取 5.14,过磷酸钙取 8.16 和硫酸钾取 2.23; P_i ——碳酸氢铵、过磷酸钙和硫酸钾的市场价格,碳酸氢铵取 950 元/t,过磷酸钙取 900 元/t 和硫酸钾取 3 700 元/t。

2.1.3 减少泥沙淤积价值 用人工清淤投入可以间接测算出减少泥沙淤积价值^[7]。

$$E_y = A \cdot \delta \cdot \rho \cdot P \quad (4)$$

式中: E_y ——减少泥沙淤积价值; δ ——产沙模数, 取 6 398 t / km²; ρ ——样本区淤泥容重, 取 8 t / m³; P ——人工清理淤泥费用, 取 7.5 元 / m³。

2.2 涵养水源价值

涵养水源是指生态系统蓄积并保持水分的功能。根据司今等^[1]采用综合蓄水能力法计算, 分别计算林冠层、枯枝落叶层和土壤层蓄水量, 折合为水库建设成本:

$$E_s = Q \cdot k \quad (5)$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (6)$$

$$Q_1 = \sum(S_i \cdot M \cdot \alpha_i) \quad (7)$$

$$Q_2 = \sum(S_i \cdot L_i \cdot \beta_i) \quad (8)$$

$$Q_3 = \sum(S_i \cdot H_i \cdot \gamma_i) \quad (9)$$

式中: E_s ——涵养水源价值; Q_1, Q_2, Q_3 ——冠层、枯落物层、土壤层蓄水量(m³); k ——水库库容建设成本, 取为 0.7 元 / m³; S_i ——第 i 种植被类型的面积(m²); M ——该区平均年降水量(m); α_i ——第 i 种植被类型的冠层截流率(%); L_i ——第 i 种植被类型单位面积枯枝落叶积累量(t / hm²); β_i ——第 i 种植被类型枯枝落叶最大持水率(%); γ_i ——第 i 种植被类型下土壤的非毛管孔隙度(%); H_i —— i 种植被类型下土层厚度(研究中取平均厚度 200 cm)。

样本区多年平均降雨量 M 取 317 mm, 冠层截流率 α_i 取 14%, 单位面积枯枝落叶积累量 L_i 取 16.5 t / hm², 枯枝落叶最大持水率 β_i 取 342%, 土壤非毛管孔隙度 γ_i 取 38.2%^[7-10]。采用影子替代法计算。

2.3 固碳供氧价值

项目未实施前, 原地地貌植被较好。植被是以 CO₂ 为原料, 生产出人类需要的 O₂。

$$E_{c(o)} = T_{c(o)} \cdot r_{c(o)} \quad (10)$$

式中: $T_{c(o)}$ ——固碳(供氧)量; $r_{c(o)}$ ——工业制造 CO₂ (O₂) 的费用。据余新晓等测算, 水土保持林每年固碳量为 3.3 t / hm², 供氧量为 2.6 t / hm²。按当前市场价, 生产每 1 t 二氧化碳 1 000 元, 氧气为 600 元^[5]。

2.4 维护生物多样性价值

根据余新晓(2008 年)等^[5, 11-12], 采用投资费用法计算, 即将植被建设投入作为保持生物多样性的价值。按照 6 500 元 / hm² 标准计算。本文只测算样本区草地面积 81.51 hm²。

2.5 防风固沙价值

据常虹等(2017 年)测算^[13-14], 内蒙古蒙古高原中部草地防风固沙价值平均为 124 元 / hm²。本文只测算样本区草地面积 81.51 hm²。

2.6 净化空气价值

样本区未开发前空气保持优良水平。根据张宇(2012 年)测算^[15], 2007 年全国草地生态系统空气调节平均价值为 687.98 元 / hm²。本文只测算样本区内草地面积 81.51 hm²。

2.7 促进可持续发展价值

依据生态足迹理论, 根据梁洁等(2015 年)评估^[16], 样本区耕地贡献价值 559.36 元 / hm², 其他草地 1 410.56 元 / hm²。

3 讨论与结论

本文只评估了未被扰动前研究样本每年提供的水土保持功能服务价值为 794.12 万元(表 3)。

表 3 油田道路水土保持功能服务价值汇总

评估指标	评估值/万元
固持土壤	31.46
涵养水源	621.57
固碳供氧	66.90
维护生物多样性	52.98
防风固沙	1.01
净化空气	5.61
促进经济和社会可持续发展	14.67
合计	794.12

3.1 按年计征水土保持补偿费的方式合理

根据上述评估结果(表 3), 样本油田道路区域未被扰动前每年为自然生态系统提供的水土保持功能价值为 794.12 万元。由于修建道路, 地表植被清理, 地面硬化, 原有水土保持功能消失, 即因为道路占压等作用造成区域水土保持功能损失价值为 794.12 万元。油田道路造成区域水土保持功能损失是长久的、持续的而非一次性的, 因此, 对石油开采企业征收水土保持补偿费采取按年度计征的方式是可行的。

3.2 水土保持补偿费标准可行

样本区油田道路占压等作用造成区域水土保持功能损失价值为 794.12 万元。样本区共有井场 871 处, 生产油井 4 347 个, 平均每口井每年因道路占压损失的水土保持功能价值为 1 827 元。不考虑油田生产工艺对水土保持功能造成的其他影响, 只测算道路占压作用, 按照油田道路占油田总面积 30% ~ 50% 的比例折算, 平均每口井每年损失的水土保持功能约为 3 654 ~ 6 090 元。2014 年, 国家发展改革委、财政部、水利部于 2014 年印发的《关于水土保持补偿费收费标准(试行)的通知》(发改价格[2014]886 号)

第2条第2款规定,对每口油井每年按不超过4000元收取补偿费。2017年,国家发展改革委、财政部联合发布了《关于降低电信网码号资源占用费等部分行政事业性收费标准的通知》(发改价格[2017]1186号)规定,每年每口井按不超过2800元缴纳补偿费。根据上述测算结果,这一征收标准是合理的。

3.3 水土保持补偿费标准需要动态调整

本文测算结果仅反映现有经济技术条件下,油田道路对水土保持功能服务价值的损耗。随着经济社会不断发展,人们对生态保护意识不断强化,对生态服务需求不断提高,将赋予水土保持功能更大的价值,水土保持功能中促进经济社会可持续发展部分的贡献率将会提高。因此,估算结果是动态变化的。相应的,水土保持补偿费标准也应随之经济社会发展而不断变化和调整的。

本文借鉴了国内比较通用的吴岚、余新晓等人关于水土保持功能服务价值化评估方法估算水土保持功能服务价值,即对涵养水源、固持土壤、保持肥力等价值分别测算,再算术加和。事实上,各个子功能之间相互联系和影响,区域水土保持功能服务价值与各个子功能之间不应该是简单的线性相关关系,因此,还需要在这方面进一步深入研究。

[参 考 文 献]

- [1] 夏承斌,张雪琴,夏琼.地面工程优化简化与节约集约用地[J].油气田地面工程,2011,30(8):98.
- [2] 毛雅静.油田企业与地方道路共建共管模式探析:以辽河油田为例[J].国土资源,2012(5):50-53.
- [3] 李飞,郜风涛,周英,等.水土保持法释义[M].北京:法律出版社,2011:38-39.
- [4] 柳仲秋.水土保持功能研究[J].科学之友,2010(10):110-111.
- [5] 余新晓,吴岚,饶良懿,等.水土保持生态服务功能价值估算[J].中国水土保持科学,2008,6(1):83-86.
- [6] 田红卫.陕西高速公路投资及其水土保持生态服务功能价值研究[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2013.
- [7] 鲁克新,李占斌,李鹏,等.基于径流侵蚀功率的流域次暴雨产沙模型研究[J].长江科学院院报,2008,25(3):31-34.
- [8] 张彪,李文华.森林生态系统的水源涵养功能及其计量方法[J].生态学杂志,2009,28(3):529-534.
- [9] 霍竹,邵明安.黄土高原水蚀风蚀交错带降水及灌木林冠截流特性研究[J].干旱地区农业研究,2005,23(5):88-92.
- [10] 司今,韩鹏,赵春龙.森林水源涵养价值核算方法评述与实例研究[J].自然资源学报,2011,26(12):2100-2110.
- [11] 环境保护部.中国生物多样性保护战略与行动计划(2011—2030年)[M].北京:中国环境科学出版社,2011.
- [12] 黎燕琼,郑绍伟,龚固堂,等.生物多样性研究进展[J].四川林业科技,2011(4):12-19.
- [13] 常虹,翟琇,孙海莲等.内蒙古西乌珠穆沁旗草地防风固沙功能价值研究[J].畜牧与饲料科学,2017,38(2):45-49.
- [14] 康玲玲,李进敏.伊克昭盟项目区水土保持的生态效益[J].生态学杂志,2003,22(5):142-145.
- [15] 张宇.宁夏草地生态系统服务价值评估[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2012.
- [16] 梁洁,徐艳红,姚喜军,等.基于生态足迹的鄂尔多斯市生态补偿标准量化研究[J].内蒙古师范大学学报:哲学社会科学版,2015,44(2):125-129.