

DOI:10.3969/j.issn.1674-8131.2013.05.009

开发者与生态环境之间的进化博弈分析^{*}

——以水电项目为例

曾 胜

(重庆工商大学 财政金融学院,重庆 400067)

摘 要:水电是可再生的清洁能源,在我国水能资源丰富,具有很大的开发潜力。通过博弈支付矩阵,对水电开发项目中开发者与生态环境之间进行进化博弈分析,分析表明,可使水电项目成功开发的最佳稳定点或策略是开发者低成本和生态环境修复低成本。应完善生态环境补偿制度,实现水电开发项目与生态环境的和谐发展;拓宽水电开发项目融资渠道,加大政府支持力度;加强水电开发管理,推进水电项目有序开发。

关键词:水电开发;进化博弈;开发者;生态环境;环境恶化;生态环境修复;生态环境补偿;水电开发管理;清洁能源

中图分类号:F062.1;X24 文献标志码:A 文章编号:1674-8131(2013)05-0072-07

一、引言

能源是社会、经济发展所必需的物质资源。目前,我国的能源短缺日益明显,2011年我国能源生产总量为317 987万吨标准煤,而能源消费总量为348 002万吨标准煤,供给缺口为30 015万吨标准煤(数据来源:《中国统计年鉴2012》),表明未来社会、经济的发展会受到能源短缺的制约。在能源短缺的同时,能源消费还会受到碳排放目标的影响。“十八大”明确提出建立环境友好型社会,支持节能低碳产业、可再生能源、新能源发展,确保国家能源安全,加大自然生态系统和环境保护力度,加强生态文明制度建设。大力开发水电这一清洁能源既可缓解能源供需矛盾,也顺应了能源消费须降低碳排放与可持续发展这一时代要求。

在水电项目开发过程中,有可能引发流域沉积物特性的改变、水质的恶化、下游环境用水量的缺乏以及水文特征的改变、鱼类迁徙途径受阻、威胁珍稀和濒危物种、发电蓄水库中有害物种增加、水土流失等生态环境恶化等问题,进而可能会给环境带来破坏,惩罚子孙后代。这在水电项目中开发者与生态环境之间就形成了一种博弈关系,开发者总是希望获得更多收益而不愿对生态环境给予较多的补偿;而生态环境就根据水电项目对其的破坏性补偿程度作出反应。当生态环境得到补偿以后,就会发挥其正效应,这样开发者与生态环境之间就会在某一个稳定点达到均衡,使社会、经济和环境和谐发展。因此,谋求水电开发项目与生态环境之间

* 收稿日期:2013-05-07;修回日期:2013-06-22

基金项目:国家社会科学基金资助项目(11BJY058)“我国能源消费总量控制与对策研究”

重庆工商大学博士基金资助项目(670100206)“长江上游地区水电开发可持续发展研究”

作者简介:曾胜(1969—),男,重庆云阳人;副教授,博士,硕士生导师,在重庆工商大学财政金融学院任教,主要从事资源经济学、能源与科技金融研究;E-mail:cqzs2002@163.com。

的和谐发展有着非常重要的意义。

关于水电项目开发者与生态环境之间的博弈竞争分析,国内外研究文献较少。李镜等(2008)以政府、农民为主体建立“囚徒困境”博弈模型,分析岷江上游退耕还林生态补偿问题;彭扬(2008)和徐健等(2009)以上、中下游为主体构建“囚徒困境”模型,探讨对生态环境进行补偿问题,认为双方的理性选择是考虑合作;李鹏(2009)针对华电集团、华能集团开发金沙江带来生态环境问题而暂停开发,评述了水电项目与生态环境之间的博弈;王俊能等(2010)以流域中生态环境的受益者、实施者为主体进行了进化博弈分析;接玉梅等(2012)对水源地与下游生态环境之间进行了进化博弈分析。然而,也有不同的观点,水博(2008)认为大力开发水电是当前能源短缺与经济发展的需要,水电项目开发与河流生态环境之间不存在博弈之说。此外,刘建华(2013)在对国外公共品博弈实验问题进行综述后认为,在公共产品博弈问题上应非货币性惩罚与货币性惩罚相结合。

从已有研究文献看,众多研究者集中在上、中下游之间的生态环境补偿博弈分析,而忽视了水电项目开发者与生态环境之间的博弈关系。虽然水博否认水电项目与流域环境之间的博弈,但水电开发给生态环境带来的影响已是不争的事实。本文拟对水电开发项目中开发者与生态环境之间进行进化博弈分析,探求开发者与生态环境之间的均衡稳定点,以期能为环境约束下的水电开发项目提供理论参考和实践指导,进而实现社会、经济、环境的和谐发展。

二、模型描述

水电项目能否成功开发,可以被假定是水电开发项目中开发者与生态环境之间博弈竞争的结果。由于信息的不完全与有限理性,在作出决策时水电开发者难以确认自身选择是否会使自己利益最大化。为此,本文对有关经济主体作如下假定:

第一,参与主体。本文研究的博弈主体为水电开发者和生态环境。水电开发者是指水电项目开

发商或政府,它在博弈竞争中具有优势地位。将生态环境作为博弈的另一方,是基于金纬亘(2008)提出的“与自然博弈”的概念,即“对弈的自然”^①。生态环境虽然不具有主动意识,但它会对另一主体(水电开发者)的决策或行为以一种客观现实发生的方式进行回应^②,比如水文条件与气候的改变、自然灾害等,从而影响开发者的决策,迫使开发者作出相应的补偿或采取相应的措施,否则会影响开发进程,甚至暂停开发。因此,完全可以把生态环境作为博弈主体来进行博弈分析。同时假定,作为博弈主体的生态环境的决策为惩罚和不惩罚两种,其中惩罚表示生态环境恶化,不惩罚表示生态环境良好(不受影响或还有所改善)。

第二,主体行为。每个主体在博弈过程中都面临着两种不同策略的选择,在本文博弈模型的策略选择中,开发者可以选择的策略是开发和不开发,生态环境可以采取的策略是惩罚和不惩罚。

第三,作为水电项目开发者,无论是实施开发还是放弃开发都要承担调研成本。在进行水电资源开发前,都要进行前期调研分析工作,这种调研工作不但带不来收益,而且会产生一定的调研分析成本。因此,本文对开发者进行假定:当开发者能从水电开发项目中获得收益时,才会选择开发,所获得的收益越大,进行开发的动力也越大;如果开发者选择放弃开发,其调研成本仍然存在。

根据以上假定,在借鉴相关文献研究的基础上,对水电开发项目中开发者与生态环境两个博弈主体不同策略下的收益、成本作以下设定:

设开发者的调研工作成本为 $S(c)$,无论选择开发还是不开发, $S(c)$ 都是存在的。当开发者选择开发时,获得的收益为 ρ ;同时,如果开发导致生态环境“恶化”时,将会对开发者产生负效应 $-\mu$ ^③;如果当生态环境表现“环境良好”时,则会产生一个额外的正效应 δ (比如由水电资源开发产生的正社会效益)。如果在水电项目开发中,稀有濒危物种适宜生存,人文景观完好无损,森林植被良性循环,等

^① 金纬亘(2008)从生态伦理学角度认为,人们如果把自然当作主体看待,能更好地体现自然与人类和谐的核心伦理诉求,人们也由此可以规范自己的行为。

^② 生态环境作出的影响可能会有一个时滞,但本研究暂不考虑时滞问题。

^③ 该负效应包括生态环境恶化对人们所处环境的消极影响以及开发者遭受到的负面谴责等,它表示开发带来环境恶化的负效用因素函数与获得的正效用因素函数之差。

等,则生态环境主体收益为 θ 。当开发者选择不开发时,表明通过调研发现开发不会带来正的效益,这样开发者会节省时间成本投资于其它项目,产生的收益就相当于节省的时间价值 r ;此时若生态环境显示“环境良好”,则有一个正的收益 θ (包括生态环境带给人们的一些积极影响或效应等),若生态环境显示“环境恶化”,则会给社会带来不良的影响,同时还会损失水电开发所带来的正效应 Δ (水电开发对生态环境给予的补偿),最终会导致生态环境损失 Δ 。水电项目开发者与生态环境主体之间博弈的支付收益矩阵如表 1 所示(吴祥佑,2010;靳景玉等,2012)。

表 1 水电项目开发者与生态环境主体之间
博弈的支付收益矩阵

博弈主体		生态环境	
		不惩罚	惩罚
开发者	开发	$\rho - S(c), \theta + \delta$	$\rho - S(c) - \mu, \Delta - \mu$
	不开发	$r - S(c), \theta$	$r - S(c), -\Delta$

三、模型分析

对水电项目中开发者与生态环境主体之间的博弈模型,进行适应度与稳定性分析。

1. 博弈模型的适应度分析

在双方博弈过程中,我们假定开发者选择“开发”策略的概率为 x ,选择“不开发”策略的概率为 $(1-x)$;生态环境主体表现为“环境良好”的概率为 y ,出现“环境恶化”的概率为 $(1-y)$ 。

由以上可得开发者选择“开发”策略的适应度为:

$$\begin{aligned} \Phi_1 &= y[\rho - S(c)] + (1-y)[\rho - S(c) - \mu] \\ &= \rho + y\mu - S(c) - \mu \end{aligned} \quad (1)$$

开发者选择“不开发”策略的适应度为:

$$\begin{aligned} \Phi_2 &= y[r - S(c)] + (1-y)[r - S(c)] \\ &= r - S(c) \end{aligned} \quad (2)$$

则开发者的期望适应度为:

$$\begin{aligned} \bar{\Phi} &= x\Phi_1 + (1-x)\Phi_2 = x[\rho + y\mu - S(c) - \mu] \\ &\quad + (1-x)[r - S(c)] \end{aligned} \quad (3)$$

由此可以得到开发者选取策略的复制动态微分方程:

$$\begin{aligned} \Phi'_t &= x(\Phi_1 - \bar{\Phi}) \\ &= x(1-x)(y\mu + \rho - \mu - r) \end{aligned} \quad (4)$$

同理,生态环境表现“环境良好”策略的适应度为:

$$\Psi_1 = x(\theta + \delta) + (1-x)\theta = x\delta + \theta \quad (5)$$

生态环境显示“环境恶化”策略的适应度为:

$$\Psi_2 = x(\Delta - \mu) + (1-x)(-\Delta) \quad (6)$$

则生态环境的期望适应度为:

$$\begin{aligned} \bar{\Psi} &= y\Psi_1 + (1-y)\Psi_2 \\ &= y(x\delta + \theta) + (1-y) \times \\ &\quad [x(\Delta - \mu) + (1-x)(-\Delta)] \end{aligned} \quad (7)$$

可得到生态环境采用策略的复制动态微分方程:

$$\begin{aligned} \Psi'_t &= y(\Psi_1 - \bar{\Psi}) = y(1-y) \times \\ &\quad [x(\mu + \delta - 2\Delta) + \theta + \Delta] \end{aligned} \quad (8)$$

根据复制动态微分方程(4),令 $F(x) = \Phi'_t = 0$,则可得到三个可能的平衡点: $x=0, x=1$ 和 $y^* = (\mu + r - \rho) / \mu$ 。但这三个点并非都是进化稳定策略(ESS)。在进化博弈中,进化稳定策略(ESS)是指必须具有抗扰动功能的一个稳定状态。换言之, y^* 作为进化稳定策略点,除了自身必须处于稳定均衡状态以外,如果 y 偏离了 y^* ,复制动态仍然会使 y 回复到 y^* 。其数学含义就是,当 $y < y^*$ 时, $\frac{dy(t)}{dt} > 0$;

当 $y > y^*$ 时, $\frac{dy(t)}{dt} < 0$,即稳定点 $F(x)$ 的倒数小于 0,或者说 $F(x)$ 与横轴相交处的切线斜率为负值,需满足: $F(y^*) = 0$ 且 $F'(y^*) < 0$ 。

由 $F'(x) = (1-2x)(y\mu + \rho - \mu - r)$,可以分析开发者的进化稳定策略(ESS)。

如果 $y^* = (\mu + r - \rho) / \mu, F'(x) = 0$,这表明所有 x 轴上的点都是稳定状态。

如果 $y^* \neq (\mu + r - \rho) / \mu$,得到二个可能的平衡点,即 $x=0$ 和 $x=1$,此时有两种情况:

$y > y^*$ 时, $F'(0) > 0, F'(1) < 0$,则 $x=1$ 是进化稳定策略(ESS);

$y < y^*$ 时, $F'(0) < 0, F'(1) > 0$,则 $x=0$ 是进化稳定策略(ESS)。

同理,根据复制动态微分方程(8),令 $F(y) = \Psi'_t = 0$,则可得到三个可能的平衡点: $y=0, y=1$ 及 $x^* = (\Delta + \theta) / (\mu + \delta - 2\Delta)$ 。

由 $F'(y) = (1-2y)[x(\mu+\delta-2\Delta)+\theta+\Delta]$, 可以分析生态环境的进化稳定策略(ESS)。

如果 $x^* = (\Delta+\theta)/(\mu+\delta-2\Delta)$, $F'(y) = 0$, 这表明所有 y 轴上的点都是稳定状态。

如果 $x^* \neq (\Delta+\theta)/(\mu+\delta-2\Delta)$, 得到两个可能的平衡点, 即 $y=0$ 和 $y=1$, 此时有两种情况:

$x^* > (\Delta+\theta)/(\mu+\delta-2\Delta)$ 时, $F'(0) > 0, F'(1) < 0$,

则 $y=1$ 是进化稳定策略(ESS);

$x^* < (\Delta+\theta)/(\mu+\delta-2\Delta)$ 时, $F'(0) < 0, F'(1) > 0$,

则 $y=0$ 是进化稳定策略(ESS)。

通过以上分析可知, 开发者与生态环境两博弈主体的博弈策略情形是对等的, 用相位图(图 1~图 3)可以表示二者的复制动态:

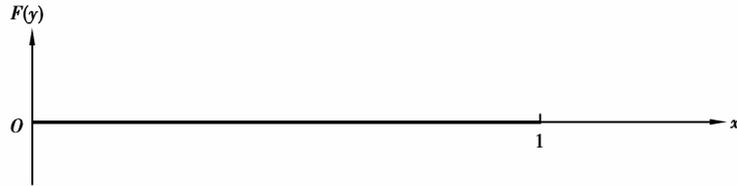


图 1 当 $y^* = (\mu+r-\rho)/\mu$ 或 $x^* = (\Delta+\theta)/(\mu+\delta-2\Delta)$ 时的复制动态相位图

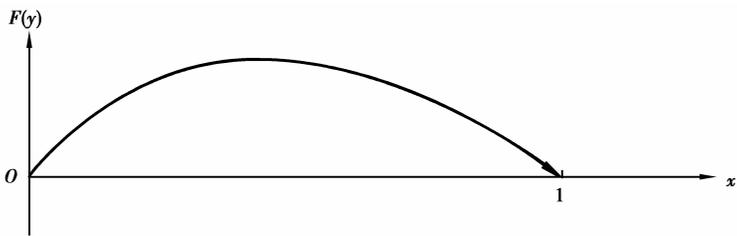


图 2 当 $y^* > (\mu+r-\rho)/\mu$ 或 $x^* > (\Delta+\theta)/(\mu+\delta-2\Delta)$ 时的复制动态相位图

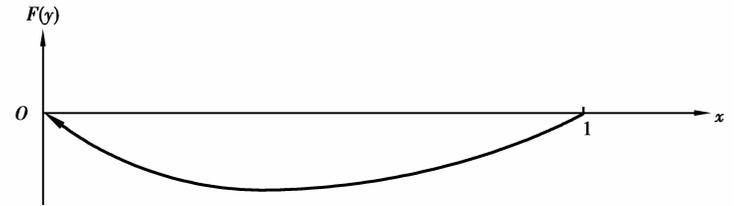


图 3 当 $y^* < (\mu+r-\rho)/\mu$ 或 $x^* < (\Delta+\theta)/(\mu+\delta-2\Delta)$ 时的复制动态相位图

2. 博弈模型的稳定性分析

由雅可比行列式局部稳定性分析可得到系统均衡点的稳定性。水电开发项目中开发者与生态环境主体之间博弈演化过程的复制动态微分方程如(9)式。

$$\begin{cases} \dot{\Phi}'_t = x(1-x)(y\mu + \rho - \mu - r) \\ \dot{\Psi}'_t = y(1-y)[x(\mu + \delta - 2\Delta) + \theta + \Delta] \end{cases} \quad (9)$$

由(9)式可得雅可比矩阵 J :

$$\begin{vmatrix} (1-2x)(y\mu + \rho - \mu - r) & \mu x(1-x) \\ (\mu + \delta - 2\Delta)y(1-y) & (1-2y)[x(\mu + \delta - 2\Delta) + \theta + \Delta] \end{vmatrix}$$

可得矩阵 J 的行列式:

$$\det J = (1-2x)(y\mu + \rho - \mu - r)(1-2y) \times [x(\mu + \delta - 2\Delta) + \theta + \Delta]$$

$$-\mu x(1-x)(\mu + \delta - 2\Delta)y(1-y) \quad (10)$$

矩阵 J 的迹为:

$$\text{tr} J = (1-2x)(y\mu + \rho - \mu - r) + (1-2y) \times [x(\mu + \delta - 2\Delta) + \theta + \Delta] \quad (11)$$

基于水电开发项目中开发者本位利益界定的假定, 我们由此可以引申出双方博弈存在的四种博弈情形, 下面就四种博弈情形下开发者的策略行为取向与稳定点进行讨论。

(1) 水电项目开发中开发者低成本与生态环境修复低成本的情形

由(9)式可知, 当 $\rho > \mu+r$ 且 $\Delta < \mu+\delta+\theta$ 时, 微分复制动态方程有 4 个平衡点: $(0,0)$ 、 $(1,0)$ 、 $(1,1)$ 、 $(0,1)$, 每个平衡点行列式的值与迹如表 2 所示。

表 2 水电项目开发中开发者低成本与生态环境修复低成本的情形

平衡点	表达式	符号	局部稳定性	
$x=0, y=0$	$\det J$	$(\rho-\mu-r)(\theta+\Delta)$	>0	不稳定点
	$\text{tr} J$	$(\rho-\mu-r)+(\theta+\Delta)$	>0	
$x=1, y=0$	$\det J$	$(-1)(\rho-\mu-r)(\mu+\delta+\theta-\Delta)$	<0	鞍点
	$\text{tr} J$	$(-1)(\rho-\mu-r)+(\mu+\delta+\theta-\Delta)$		
$x=1, y=1$	$\det J$	$(-1)(\rho-r)\times(-1)(\mu+\delta+\theta-\Delta)$	>0	ESS
	$\text{tr} J$	$(-1)(\rho-r)+(-1)(\mu+\delta+\theta-\Delta)$	<0	
$x=0, y=1$	$\det J$	$(\rho-r)\times(-1)(\theta+\Delta)$	<0	鞍点
	$\text{tr} J$	$(\rho-r)+(-1)(\theta+\Delta)$		

由表 2 可知,水电项目开发中开发者低成本与生态环境修复低成本情形的稳定点为(1,1),即开发中选择开发,生态环境表现为“环境良好”。其现实含义在于:开发者通过调研分析,发现这片区域的水电资源开发成本较低,同时考虑对生态环境的影响或破坏力度,如果对生态环境带来的影响或破坏程度较低,修复或补偿的费用也在可接受的范围,并且可通过对生态环境的修复而使其显示“环境良好”,开发者就选择“开发”这一进化稳定策略(ESS)。如果一旦对生态环境破坏比较严重,项目就会受到相关政府部门的干涉,以避免出现外部不经济性。这种情形一般会出现在水电资源比较丰富,周围植被较好的河流区域。

(2)水电项目开发中开发者高成本与生态环境修复高成本的情形

由(9)式可知,当 $\rho < r < \mu+r$ 且 $\Delta > \mu+\delta+\theta$ 时,微分复制动态方程有 4 个平衡点:(0,0)、(1,0)、(1,1)、(0,1)。其中(0,0)和(1,0)两点行列式的值 $\det J <$

0,此时该平衡点为鞍点;(1,1)行列式的值与迹皆大于 0,此时该点为不稳定点;(0,1)行列式的值 $\det J > 0$,迹 $\text{tr} J < 0$,此时该点为稳定点(ESS)。由此可知,水电开发项目中开发者高成本与生态环境修复高成本时的稳定点为(0,1),即开发者放弃开发,生态环境显示“环境良好”。其现实含义在于:开发者经过调研分析,发现在这一区域开发水电资源成本较高,成本回收周期较长,同时对生态环境的影响或破坏力度较大,面临较高的修复和补偿生态环境的费用。此时开发者的策略是放弃开发,而对生态环境无影响,保持“环境良好”,最终博弈稳定点是(0,1)。这种情况一般会出现在水电资源比较匮乏,周围生态环境比较脆弱的河流区域。

(3)水电项目开发中开发者低成本与生态环境修复高成本的情形

由(9)式可知,当 $\rho > \mu+r$ 且 $\Delta > \mu+\delta+\theta$ 时,微分复制动态方程有 4 个平衡点:(0,0)、(1,0)、(1,1)、(0,1),每个平衡点行列式的值与迹如表 3 所示。

表 3 水电项目开发中开发者低成本与生态环境修复高成本的情形

平衡点	表达式	符号	局部稳定性	
$x=0, y=0$	$\det J$	$(\rho-\mu-r)(\theta+\Delta)$	>0	不稳定点
	$\text{tr} J$	$(\rho-\mu-r)+(\theta+\Delta)$	>0	
$x=1, y=0$	$\det J$	$(-1)(\rho-\mu-r)(\mu+\delta+\theta-\Delta)$	>0	ESS
	$\text{tr} J$	$(-1)(\rho-\mu-r)+(\mu+\delta+\theta-\Delta)$	<0	
$x=1, y=1$	$\det J$	$(-1)(\rho-r)\times(-1)(\mu+\delta+\theta-\Delta)$	<0	鞍点
	$\text{tr} J$	$(-1)(\rho-r)+(-1)(\mu+\delta+\theta-\Delta)$		
$x=0, y=1$	$\det J$	$(\rho-r)\times(-1)(\theta+\Delta)$	<0	鞍点
	$\text{tr} J$	$(\rho-r)+(-1)(\theta+\Delta)$		

由表3可知,水电项目开发中开发者低成本与生态环境修复高成本情形的稳定点为(1,0),即开发者选择开发,并不对生态环境进行修复。其现实含义在于:如果水电开发本身成本低,但生态环境修复成本很高时,开发者在选择开发的同时会选择对生态环境不修复;此时政府对开发者不修复行为会加以干预,导致开发项目的落空。这种情况一般会出现在水电资源比较丰富但水电开发对生态环境影响较大的河流区域。

(4)水电项目开发中开发者高成本与生态环境修复低成本的情形

由(9)式可知,当 $\rho < r < \mu + r$ 且 $\Delta < \mu + \delta + \theta$ 时,微分复制动态方程有4个平衡点:(0,0)、(1,0)、(1,1)、(0,1)。其中(0,1)行列式的值 $\det J > 0$,迹 $\text{tr} J < 0$,此时该点为稳定点(ESS)。由此可知,水电开发项目中开发高成本与生态环境修复低成本时的稳定点为(0,1),即开发者放弃开发,生态环境显示“环境良好”。其现实含义在于:生态环境修复低成本,表明水电开发项目对环境的影响较小;而开发成本较高有可能是由于对此地的开发会带来其他一些高成本(比如移民成本)。这种情况一般会出现在水电资源开发会带来大批移民搬迁的区域。

从以上对水电开发项目中开发者与生态环境之间的进化博弈分析可知,双方竞争博弈的稳定点或者最佳策略是开发者开发低成本与生态环境修复低成本,这样才能促成水电项目的成功开发,但在实际水电开发项目中也可能有其它几种情况存在。进行水电资源项目开发,对生态环境修复无论是低成本还是高成本,都应安排其相应的费用,维持生态环境的良好状况,以谋求社会、经济、环境的和谐与可持续发展。随着经济的快速发展、人们环保意识的增强,水电开发项目保护或维持、改进生态环境方面投入的费用呈现大幅上升趋势,导致水电资源开发成本倍增已是公认的事实。因此,水电开发项目中开发者应事先做好生态环境影响评估,并在实施过程中对生态环境进行合理的补偿或修复,以避免被中途叫停的事件发生。

四、结论

本文构建水电开发项目中开发者与生态环境之间的博弈支付矩阵,对博弈双方进行了适应度与稳定性的进化博弈分析,得出可使水电项目成功开发的均衡稳定性策略,即开发者低成本与生

态环境修复低成本。为此,本文提出以下对策建议。

第一,完善生态环境补偿制度,实现清洁能源水电开发与生态环境的和谐发展。水电资源的开发对生态环境有或多或少的影 响,在进行水电资源开发时,首先要做好对生态环境的补偿或修复工作。环保、水利、地质、国土等作为社会公共利益代表的相关政府部门,应代为行使生态环境主体权利的职能,获取对生态环境有利的补偿或修复,进而促进水电资源的顺利开发,谋求人与自然以及环境、社会、经济的和谐发展。应建立动态生态环境补偿机制和科学的生态补偿评价体系,并实现生态补偿法制化;实施“先补偿后建设、后期不断修复”的长期政策措施,把水电资源开发带给生态环境的影响控制在可控之内,避免开工后停工以及群体事件的发生。

第二,拓宽水电资源开发项目资金融通渠道,加大政府扶持力度。按照“谁开发,谁受益,谁补偿”的原则,水电资源开发项目中开发者应该承担相应的水电项目建设资金和生态补偿资金等,但是水电资源开发项目也应该有着公用事业的性质。因此,为了水电资源开发项目的顺利实施,政府可以给予一定的政策和资金的支持,给予水电开发者更多资金融通渠道。比如减税、提供低息贷款、发行企业债券以及提供一定的环保资金和地质灾害防治资金等措施。

第三,加强水电开发管理,推进水电项目有序开发。水电是可再生资源,具有发电成本低、清洁、电网输送灵活等优点。而我国水能资源丰富,未来水电开发还具有很大的潜力。根据开发者与生态环境之间的进化博弈稳定点,我们可以在水能资源丰富、水电开发对生态环境影响较小的区域进行大力开发,而在一些生态比较脆弱的地区慎重开发。换言之,在大力提倡水电开发的同时,必须加强对水电开发项目的管理,避免无序开发,进而避免因水电资源开发所带来的生态环境恶化、移民以及利益纠纷等问题。

针对水电资源开发项目,本文只考虑了开发者与生态环境之间的关系,其实影响水电开发项目的主体还包括政府(地方政府和中央政府)、政府机构、移民等,这有待下一步的深入研究。

参考文献:

- 接玉梅,葛颜祥,徐光丽.2012.基于进化博弈视角的水源地与下游生态补偿合作演化分析[J].运筹与管理,21(3):137-143.
- 靳景玉,谭德庆,蔡继荣.2012.基于利益分配的城市联盟进化博弈研究[J].软科学,26(6):38-42.
- 金纬亘.2008.探寻生态伦理的核心概念[J].社会科学家(4):16-19.
- 李镜,张丹丹,陈秀兰,等.2008.岷江上游生态补偿的博弈论[J].生态学报,26(6):2792-2798.
- 李鹏.金沙江流域:水电与生态的博弈[N].北京科技报,2009-06-29.
- 刘建华.2013.社会合作与利益协调:国外公共品博弈实验综述[J].西部论坛,23(1):59-69.
- 彭扬.2008.“流域心态”探微——基于岷江上游生态环境保护博弈分析视角[J].读与写,5(7):199-200.
- 水博.2008.水电开发与河流生态存在博弈之说吗[J].中国三峡建设(5):10-13.
- 王俊能,许振成,彭晓春,等.2010.流域生态补偿机制的进化博弈分析[J].环境保护科学,36(1):37-41.
- 吴祥佑,张妮.2010.农业保险投保率变迁的进化博弈分析[J].西部论坛,20(1):68-73.
- 徐健,崔晓红,王济干.2009.关于我国流域生态保护和补偿的博弈分析[J].科技管理研究(1):91-93.

Evolutionary Game Analysis between Ecological Environment and Developers of Hydropower

—A Case Study of Hydropower Development Project

ZENG Sheng

(School of Fiscal Affairs and Finance, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract: Hydropower is a renewable clean energy, and China is rich in water resources which have great potential for hydropower development. By game payoff matrix, evolutionary game analysis is conducted between ecological environment and developers of hydropower development project and the analysis shows that the optimal stability point or strategy for successful development of hydropower project is low cost of developers and low cost of ecological environment remediation. China should perfect ecological environment compensation system, realize harmonious development between hydropower development project and ecological environment, broaden financing channel for hydropower development projects, enhance government support, strengthen development management of hydropower project, and push forward ordered development of hydropower projects.

Key words: hydropower development; evolutionary game; developers; ecological environment; environment deterioration; ecological environment remediation; ecological environment compensation; hydropower development management; clean energy

CLC number: F062.1; X24 **Document code:** A **Article ID:** 1674-8131(2013)05-0072-07

(编辑:夏 冬)