

基于演化博弈的赣江流域生态补偿研究^{*1}

赵建彬 陶建蓉 熊国保

【摘要】：随着赣江流域生态环境的日益严峻，各利益方冲突加剧，因此不同区域了解他们的利益诉求和博弈策略，是进行高效生态补偿的关键。本文基于流域生态补偿的相关原则，确定了赣江流域生态补偿利益方，并根据“囚徒困境”博弈模型，分析了不同区域政府管理者之间、政府管理者与社区居民间生态补偿的选择过程。结果显示，在政府管理者之间的生态补偿博弈过程中，通过建立赔偿金制度，当赔偿金高于生态收益与保护成本的差值时，即政府管理者与社区居民间的生态补偿博弈是在赔偿金高于生态保护成本与内生收益的差值，就可以跳出“囚徒困境”，实现流域生态补偿方选择生态补偿策略，受偿方选择环境保护策略，从而获得最佳的生态补偿效益。

【关键词】：博弈；赣江；生态补偿

【中图分类号】：F062.2 **【文献标识码】**：A **【文章编号】**：1006-5024(2017)09-0152-05

DOI:10.13529/j.cnki.enterprise.economy.2017.09.025

一、引言

赣江是江西的母亲河，是江西人民生活和生产的主要用水来源。赣江自南向北纵贯江西全省，途径赣州、吉安和南昌三市，最后流入鄱阳湖，全长800多公里。近几十年，由于受气候异常变化以及各类生活和生产造成环境污染的影响，尤其这些年江西省大力发展经济，工业化、城市化步伐明显加快，从而进一步加重了环境污染，赣江流域的生态问题也变得日益严峻。对此，相关环境保护的管理部门有必要了解赣江流域生态补偿利益冲突等问题，采用一些管理策略化解这些冲突，以实现赣江环境保护的持续发展。

二、赣江流域生态补偿的各利益相关方确定

流域生态补偿，是生态保护者、生态建设者、生态受益者以及生态开发者之间所形成的空间利益协调补偿机制，是自然主体和社会主体之间进行某种交易以实现共同利益最大化，补偿的最终目的是为了保护环境资源，实现流域之间的生态平衡。流域空间对生态资源利用的先后顺序存在差异，对资源保护、资源开发以及资源修复诉求也不一样，但是，流域空间作为一个利益共同体，实现利益最大化是各流域空间追求的目标^[1]。因此，流域生态补偿的核心问题就是：谁补偿给谁，补偿多少，如何补偿。不过，确定利益相关方是流域补偿的前提。

（一）流域补偿主体界定的基本原则

流域生态补偿总体思路是遵循公平公正、责权一致、政府主导、因地制宜、循序渐进的原则。在第六次全国环境保护大会

¹ **基金项目**：国家社科基金项目“生态文明视角下赣南等原中央苏区江河流域生态补偿机制研究”（项目编号：14BJY026）

作者简介：赵建彬，东华理工大学经济与管理学院讲师，博士，硕士生导师，研究方向为居民生态补偿意愿；陶建蓉，东华理工大学经济与管理学院讲师，硕士，研究方向为循环经济；熊国保，东华理工大学经济与管理学院教授，博士，硕士生导师，研究方向为生态补偿。（江西南昌 330013）

上，当时的温家宝总理明确提出：对于生态资源环境，要按照“谁开发谁保护，谁破坏谁恢复，谁收益谁补偿，谁排污谁付费”的原则进行管理和完善，这也是我们制定生态补偿政策和补偿机制的基础，同时，我国的环境保护法律也确立“谁开发，谁保护；谁污染，谁治理；谁破坏，谁恢复”的原则^[1]。所以，赣江流域生态补偿的各利益相关方的确定应该以此原则进行。

在以往的实践中，生态利益补偿的主体应该是那些从生态环境资源中获得利益的受益（方）者，而生态利益补偿的客体应该是保护生态环境资源或提供生态环境资源的受损方或提供者^[1]。在流域生态补偿中，生态补偿的主体可能存在这些群体：流域空间受益全体公民、生产企业以及流域空间的公民利益代表——各级政府（包括中央政府和各级地方政府）；而流域生态补偿的客体应该是提供或保护流域生态环境资源的个人或组织，具体有：直接保护生态系统的个人或组织，在特定区域由于保护生态系统而间接造成利益受损的个人或组织。

（二）赣江流域生态补偿的客体

第一类，流域生态环境资源保护的贡献者；主要是地处在流域周边生态保护区的居民或政府；第二类，流域生态环境资源治理过程中的受害者；第三类，对减少流域生态环境资源破坏者给以补偿。第四类，流域生态环境资源破坏的受损者。流域空间内的居民或组织是利益共同体，在水资源开发利用过程中，造成水质污染，造成没有破坏流域生态环境资源居民或组织利益受损，那么，他们的生产或生活受到影响，他们成了水资源环境破坏的受害者，应该按照一般的经济原则和伦理原则对其给予一定补偿。

（三）赣江流域生态补偿的主体

流域水资源补偿主体应界定为从流域水资源中获得利益的群体或组织。在实际水资源使用过程中，主要存在两方获益者，生产用水方和生活用水方^[2]，而本文认为除了这两方主体外，还有两方的政府管理者。政府管理者作为生产者和当地居民的代理人，改善生态环境，可以减轻社会公众对政府管理者的压力，改善生态环境也有利与经济发展效率，提高政府的财政税收水平，从而可以进一步提高政府的公共管理能力。

三、赣江流域生态补偿的演化博弈模型

由于流域的连续性和流动性，以及流域不对称甚至出现割裂局面，流域空间的主体为了追求利益最大化会采用不同的应对措施，特别是在流域水资源的开发利用和水资源的保护和治理中，存在成本和利益相互转移问题。目前我国生态补偿主要通过自愿形式进行，法律并没有明确界定补偿主体，但是，作为上下游企业或居民的代表，政府往往视为上下游主体的代表，上下游政府因存在经济社会和资源环境目标和利益上的各种矛盾冲突，在采取相关利益行为时往往会采用博弈策略，或者上下游政府之间的利益行为具有博弈性质^[1]。

（一）赣江流域生态补偿博弈行为的参与主体

流域生态补偿博弈行为的参与主体包含了上游社区居民（包含保护者，受害者和破坏减少者），下游社区居民（生产和生活用水居民），上游政府（如国土资源，农业、林业、旅游等管理部门）和下游政府^[3]。上下游社区居民为了获得利益最大化，会倾向无限制地开发利用具有公共产品性质的流域生态资源，因此，流域生态环境无法通过市场竞争机制来实现其最优配置，需要政府动用行政权力来影响各利益主体的行为，使其能在补偿和支付补偿中作出理性的利益选择，从而实现帕累托最优，实现流域生态环境的保护。

（二）不同区域政府管理者之间的博弈分析

政府管理部门代表其所辖区域的利益代理人，因此，流域生态补偿的主体主要是空间区域的政府管理部门^[4]，政府管理部门采用不同的策略行为直接影响流域的生态环境。由于流域的连续性和流动性，以及流域不对称甚至出现割裂局面，流域空间的主体为了追求利益最大化会采用不同的应对措施。但作为公共物品，每个空间都有权利获得或享受带物品。作为流域生态环境的利益共同体，上游空间主体有责任保护流向下游空间流域的水资源是符合环境标准。因此，上游政府管理部门的策略，一是保护流域生态环境，放弃一些发展机会，二是尽力利用一切可以利用资源，大力发展经济。对于下游政府管理部门，当上游政府管理部门因为保护水资源环境，而牺牲了发展机会，需要向他们支付一些补偿，当然也可以选择不支付补偿。

上游政府管理部门选择保护流域生态环境时的综合生态收益 $N+N$ 内，由于保护流域生态环境，下游政府给予的生态补偿为 R ，而为了保护流域生态环境的成本投入和机会成本为 C ；上游政府管理部门选择不保护流域生态环境，进行任由流域空间的经济主体使用资源资源获得收益，假设获得的收益为 N 。上游政府管理部门选择保护流域生态环境时，下游政府管理部门获得的收益为 $B+B$ 外，需向上游政府管理部门支付的补偿金额为 R 。由于流域生态环境没有得到保护，这时下游政府管理部门获得的收益为 B 。

上下游政府管理者流域生态补偿收益分析。根据上下游政府管理者使用的策略和收益参数设定，当博弈双方采用不同策略时，所获得的收益也是存在差异。第一种情况，上游政府管理者对流域生态环境采取保护策略，下游政府进行生态补偿，那么，上游政府管理者的收益为 $N+N$ 内 $+R-C$ ，下游政府管理者的收益为 $B+B$ 外 $-R$ 。第二种情况，上游政府管理者对流域生态环境采取保护策略，下游政府管理者不支付生态补偿，那么，上游政府管理者的收益为 $N+N$ 内 $-C$ ，下游政府管理者的收益为 $B+B$ 外。第三种情况，上游政府管理者对流域生态环境采取不保护策略，下游政府管理者支付生态补偿，那么，上游政府管理者的收益为 $N+R$ ，下游政府管理者的收益为 $B-R$ 。第四种情况，上游政府管理者对流域生态环境采取不保护策略，下游政府管理者不支付生态补偿，那么，上游政府管理者的收益为 N ，下游政府管理者的收益为 B 。四种博弈状态下上下游获得的利益见表 1。

表 1 上下游政府管理者生态补偿的博弈模型

上游政府	下游政府	
	补偿	不补偿
保护	$N+N$ 内 $+R-C$ $B+B$ 外 $-R$	$N+N$ 内 $-C$ $B+B$ 外
不保护	$N+R$ $B-R$	N B

曲富国和孙宇飞认为流域主体对流域生态保护所产生的成本或机会成本，要远远大于生态环境保护所获得的生态价值^[4]，因此， N 内 $-C<0$ 。当下游政府补偿时，上游政府管理者的最优策略是不保护（ $N+R>N+N$ 内 $+R-C$ ）；当下游政府不补偿时，上游政府管理者的最优策略是不保护（ $N>N+N$ 内 $-C$ ）；所以，上游政府存在占优策略，即是不保护流域生态环境。当上游政府保护流域生态环境时，下游政府管理者的最优策略是不补偿（ $B+B$ 外 $>B+B$ 外 $-R$ ）；当上游政府不保护流域生态环境时，下游政府管理者的最优策略是不补偿（ $B>B-R$ ）；所以，下游政府管理者存在占优策略，即不补偿。分析结果是，上游政府不保护流域生态环境，下游政府管理者不补偿，上下游政府管理者的博弈进入了“囚徒困境”。

从整个保护流域来看，生态补偿只是流域上下游政府管理者之间的横向财政转移，对整个流域的收益并未发生改变，上游政府管理者保护生态环境时，上下游政府管理者总收益为 $N+N$ 内 $-C+B+B$ 外，上游政府管理者不保护生态环境时，上下游政府管理者总收益为 $N+B$ ，因此，避免流域水资源环境恶性循环，破解“囚徒困境”，不仅需要上下游政府管理者之间的横向财政转移，还需要中央政府对上游水环境保护行为进行纵向的财政转移支付，改变总体收益，引导上游政府管理者选择流域生态保护。

另外，还可以引入有约束力的协议，摆脱囚徒困境，例如，约定下游政府管理者支付补偿协议，确保下游政府管理者支付补偿，同时，对上游政府管理者也需要有约束协议，要求上游政府管理者保护流域生态环境，对不保护流域生态环境进行惩罚措施，如果上游政府管理者不保护流域生态环境，需要向下游政府管理者支付赔偿金 F ，当 $F > C - N$ 内时，保护策略对于上游政府管理者是占优策略，这时候，上下游政府管理者生态补偿的博弈收益矩阵如表 2 所示。

表 2 增加罚金时上下游政府管理者之间生态补偿的博弈模型

上游政府	下游政府	
	补偿	不补偿
保护	$N + N_{内} + R - C$ $B + B_{外} - R$	$N + N_{内} - C$ $B + B_{外}$
不保护	$N + R - F$ $B - R + F$	$N - F$ $B + F$

（三）政府管理者与社区居民的博弈分析

上游政府管理者与社区居民流域生态补偿假设。上游社区居民作为流域的活动主体，在流域空间里，可能有有利的流域资源保护行为和不利流域资源破坏行为。政府管理部门的策略行为有监督和巡查流域周边社区居民对流域生态的破坏行为并予以处罚，以及不监督和巡查社区居民对流域生态环境的破坏行为。到底采用哪种策略，前提是下游补偿利益独占、不补偿给居民还是补偿利益共享、补偿给居民，如果给予社区居民以生态补偿，那么政府管理监督和巡查社区居民对流域生态环境的破坏行为并予以处罚，如果不给予补偿则不监督和巡查社区居民对流域生态环境的破坏行为。

社区居民选择保护流域生态环境时的综合生态收益 $M + M_{内}$ ，由于保护流域生态环境，政府给予的生态补偿为 R ，而为了保护流域生态环境的成本投入和机会成本为 C ；社区居民选择不保护流域生态环境，进行砍伐，排放污染物行为获得的收益为 M 。社区居民选择保护流域生态环境时，政府管理者获得长期生态收益为 $N + N_{内}$ ，由于流域生态保护，下游政府向上游政府支付的补偿金额为 K ，由于流域生态环境没有得到保护，下游政府要求上游政府支付的赔偿金额也为 K ，社区居民选择不保护流域生态环境时政府管理部门获得的短期收益为 N 。

上游政府管理者与社区居民流域生态补偿收益分析。根据政府管理者和社区居民的使用的策略和收益参数设定，当博弈双方采用不同策略时，所获得的收益也是存在差异。第一种情况：社区居民采取保护行为，政府管理者对流域生态环境进行补偿，那么社区居民的收益为 $M + M_{内} + R - C$ ，政府管理者的收益为 $N + N_{内} - R + K$ ；第二种情况：社区居民采取保护策略，府管理者对流域生态环境不进行补偿，那么，社区居民的收益为 $M + M_{内} - C$ ，政府管理者的收益 $N + N_{内} + K$ ；第三种情况，社区居民采取不保护流域生态环境，政府管理者对流域生态环境进行补偿，那么，社区居民的收益为 $M + R$ ，政府管理者的收益为 $N - R - K$ ；第四种情况，社区居民采取不保护流域生态环境，政府管理者对流域生态环境不进行补偿，那么，社区居民的收益为 M ，政府管理者的收益 $N - K$ 。

上游政府管理者与社区居民流域生态补偿博弈模型。政府管理者和社区居民的策略行为是各自的收益最大化，假定上游政府管理者与社区居民对对方的策略空间以及收益函数完全了解，则他们保护-补偿博弈为完全信息下的静态非合作博弈，各自策略下的收益如表 3。

表 3 上游政府管理者与社区居民流域生态补偿的博弈模型

社区居民	政府管理者	
	补偿	不补偿
保护	$M+M_{内}+R-C$ $N+N_{内}-R+K$	$M+M_{内}-C$ $N+N_{内}+K$
不保护	$M+R$ $N-R-K$	M $N-K$

上游政府管理者与社区居民流域生态补偿博弈分析。首先对分析社区居民选择策略，开发利用流域环境的机会成本往往大于保护环境的内生收益， $M_{内}-C$ 要小于 0，所以，对于社区居民的最优策略是选择不保护。如果社区居民选择保护，政府管理者最优策略是选择不补偿，如果社区居民选择不保护，政府管理者的策略还是不补偿占优，所以，对于政府管理者的占优策略是不补偿。因此，博弈的最终结果是政府不补偿，社区居民的更愿意选择不保护， $(MN-K)$ 是最终的博弈均衡收益，上游政府管理者与社区居民相互之间的博弈进入了“囚徒困境”。

如何跳出该“囚徒困境”？政府管理者应该实现长期总收益最大化，有必要实施一些协议措施，对社区居民增加一些管控和惩罚措施，比如，对不保护流域生态环境的居民处于一定的罚金，政府管理者也应该对保护流域生态环境的居民给予一定的补偿，即，政府管理者选择补偿措施，但对居民不保护流域生态环境的行为给予惩罚。设定，社区居民选择不保护流域生态环境时被政府管理部门惩罚的罚金为 F ，政府管理者为了防止社区居民对流域生态环境破坏进行监督的成本为 V 。新的博弈模型的收益矩阵见表 4。如果罚金高于 $C-M_{内}$ ，那么社区居民的最优策略是保护流域生态环境。

表 4 采用惩罚措施时上游政府管理者与社区居民流域生态补偿的博弈模型

社区居民	政府管理者	
	补偿	不补偿
保护	$M+M_{内}+R-C$ $N+N_{内}-R$	$M+M_{内}-C$ $N+N_{内}$
不保护	$M+R-F$ $N-V-R-K+F$	$M-F$ $N-V-K+F$

四、赣江流域生态补偿管理制度设计策略

（一）政府补偿方式的管理制度策略

作为流域生态环境的相关方，流域空间的每一个主体（这里利益的代表，各流域空间的政府管理者）相互影响，上游的生态行为不仅仅对自己产生影响，对流域下游也会产生影响。他们之间产生了相互作用，界定他们的权限和义务对生态补偿的执行和补偿效果有积极的影响。流域空间不同利益主体能够产生相互作用，有必要理顺各利益相关者的关系，而空间主体产生的利益或利益获得关系会因为流域尺度不同而有差异。上下游政府管理者不仅仅是环境资源的管理者，还是流域生态环境建设的组织者。在生态补偿过程中，相对容易协调不同利益群体的利益，稳定社会关系，又能激发群体保护环境的积极性，解决企业作为补偿主体所面临的困难和问题。

1. 横向财政转移支付。即，下游政府管理者向上游政府管理者进行的财政转移支付。对于跨省界的中型流域或城市饮用水源地的小流域的生态补偿，效果最好的是由那些体现为生态效应受益地政府对生态效应生产地政府间进行财力的横向转移支付，

财政转移的补偿金额应该包含建设和保护生态环境造成的额外投资成本，以及由此牺牲本地经济发展的机会成本。在科学测算的基础上，从赣江下游那些经济发达、财力充裕的地区提取部分财力，分配给为保护环境而牺牲经济利益的赣江上游区域，从而构筑一个赣江上下游的横向财政转移支付体系，保证赣江流域生态可持续发展^[5]。

2. 差异性的区域政策。赣江上游的区域经济发展水平相对落后，对此，政府部门应该积极促进区域性协调发展，保证当地居民生活水平提高，需要制定长期且相对稳定发展规划和生态环境功能区划。与经济发展水平高的区域相比，制定和实施一些差异性的区域政策，以解决区域之间不平衡发展问题。具体措施，如实施一些优惠政策（税收减免），在发展当地经济时，应该优先安排生态环境保护投资项目和生态功能区的基础设施项目，鼓励绿色产业发展和清洁项目的产业政策^[6]。

（二）市场交易补偿的管理制度策略

由于江河水资源的自然特性以及赣江上游区域与下游地区差距过大的现实情况，赣江江河水市场只能算是准市场。准市场是指流域水资源在兼顾上下游防洪、发电、航运、生态等其他方面需要的基础之上，兼顾各地区的基本用水需求，部分多样化用水市场化，在上下游地区之间和区域内部按市场化加以配置，这是一个完整的、宏观和微观相结合的供水水资源市场^[7]。从现实情况看，赣江流域上下游水资源生态服务供需矛盾尖锐，除了政府的辅助作用外，还应该发挥市场在资源配置中的基础性作用。赣江江河流域的下游区域对水质水量等要求较高，但是上游为了追求经济利益，有可能会大力发展经济，会开设工厂、砍伐森林、开荒坡地等，这些追求经济利益的行为进一步加重了水质污染和水土流失，另外，上游的农业生产所使用的农药化肥也造成水源污染。赣江江河流域下游区域为了获得优质水源或合适的水量等生态效益应该考虑向上游支付一定的生态补偿费用，对上游生态保护形成激励机制，同时也可以通过协议形式对上游付费，要求上游按生态保护的要求进行生产^[8]。

参考文献：

- [1] 胡小飞. 生态文明视野下区域生态补偿机制研究[D]. 南昌：南昌大学，2015.
- [2] 杨丽韞，甄霖，吴松涛. 我国生态补偿主客体界定与标准核算方法分析[J]. 生态经济(学术版)，2010，(1).
- [3] 于富昌. 水源地生态补偿主体界定及其博弈分析[D]. 泰安：山东农业大学，2013.
- [4] 曲富国，孙宇飞. 基于政府间博弈的流域生态补偿机制研究[J]. 中国人口·资源与环境，2014，(11).
- [5] 王恩奉. 横向财政转移支付制度的方案设计[J]. 经济研究参考，2003，(15).
- [6] 徐光丽. 流域生态补偿机制研究——以生产用水和经营用水为例[D]. 泰安：山东农业大学，2014.
- [7] 胡鞍钢，王亚华. 转型期水资源配置的公共政策：准市场和政治民主协商[J]. 中国软科学，2000，(5).
- [8] 李秋萍，李长健. 流域水资源生态补偿效率测度研究——以中部地区城市宜昌市为例[J]. 求索，2015，(10).