基于生态网络虚拟水投入产出模型的应用与案例研究

一. 成果完成人及所在单位：吴晓洁　环境科学与工程学院　指导教师：刘静

二. 成果简介：

以中国虚拟水系统为研究对象，将生态网络分析方法与投入产出模型相结合，来评估全国的虚拟水。通过投入产出模型量化部门的直接/间接用水效率和虚拟水流向，并通过网络效用分析确定部门之间的效用关系。该模型有效识别对水不敏感的部门和水资源流向，帮助缓解由快速发展和城市化引起的水资源短缺危机。

三. 主要研究内容及创新点：

人口的迅速增加，城市化和工业化导致对水的需求增加，导致全世界淡水短缺的情况日益严重。到 2050 年，城市地表水短缺预计将达到 675 万吨。毫无疑问，水危机将阻碍社会经济系统的进一步发展。虚拟水和虚拟水战略的概念为确保粮食安全和水安全提供了一种软性途径，将水资源短缺、生态可持续性、粮食生产和消费的观点全球化。因此，本研究基于 2017 年中国投入产出表与生产用水量构建了区域虚拟水核算模型，计算了隐含在经济贸易中的虚拟水总量及各部门的直接用水系数、间接用水系数和完全用水系数，分析了各部门虚拟水进出口情况，并使用网络效用分析（NUA）系统地分析系统之中每个节点之间利用和被利用的效用关系，进而明确每个节点在系统之中所扮演的角色和作用，从而判断每个节点之间内在的共生、竞争、掠夺等生态关系。基于评估结果，量化虚拟水系统内部各组成虚拟水含量与流动状况识别重点耗水部门，揭示系统中的隐藏生态关系和共生状况。从产品消费角度出发改变或调整消费结构(减少、替换或转变某些高耗水部门及产品的消费)，根据部门在产业链的地位从整个产业链的角度制定合理的节水措施，缓解水资源压力的研究提供了新的视角和思路。

创新点：基于虚拟水理论，利用单区域投入产出法，构建“实物-价值”型水资源投入产出模型，核算国家尺度的虚拟水生态网络模型，分析中国各经济部门虚拟水消耗和虚拟水进出口特征。并探究部门之间的生态关系，研究辨识了水资源管理的关键部门和路径，研究成果从经济部门角度为水资源可持续利用提供理论依据。

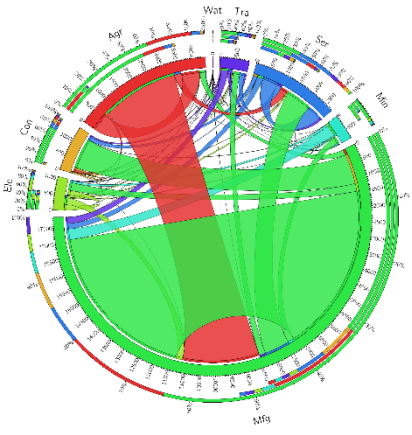


图 1. 2017 年部门间虚拟水流量(10^8 立方米)

Agr							
(-0.076, -0.006)	Min						
(0.184, -0.453)	(0.012, -0.370)	Mfg					
(-0.022, 0.005)	(0.080, -0.126)	(0.003, -0.007)	Ele				
(-0.005, 0.00004)	(0.010, 0.001)	(0.042, 0.0001)	(0.229, -0.005)	Wat			
(0.169, 0.030)	(0.016, 0.004)	(0.510, -0.081)	(0.013, -0.040)	(0.0001, -0.089)	Con		
(-0.013, 0.003)	(-0.007, 0.019)	(-0.004, 0.002)	(0.046, -0.045)	(0.0001, -0.029)	(-0.083, 0.027)	Tra	
(0.145, -0.012)	(-0.003, 0.078)	(0.188, -0.067)	(0.011, -0.056)	(0.00006, -0.056)	(-0.070, 0.028)	(-0.041, 0.129)	Ser

剥削关系
竞争关系
互惠关系

图 2.虚拟水网络的效用关系

四. 主要研究成果及应用情况

参加 2019 年第四届国际环境工程与可持续发展会议，并发言；在 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 发表论文一篇 doi:10.1088/1755-1315/435/1/012010；

联系人：吴晓洁　电　话：15059358125　Email: 1156003413@qq.com