

A Review of Wetland Value Assessment

Ruogu Tian¹, Huai'en Li^{1*}, Tielong Liu²

¹State Key Laboratory of Eco-Hydraulics in Northwest Arid Region of China, Xi'an University of Technology, Xi'an Shaanxi

²Shaanxi Provincial River Reservoir Management Bureau, Xi'an Shaanxi

Email: *617595338@qq.com

Received: May 8th, 2019; accepted: May 22nd, 2019; published: Jun. 5th, 2019

Abstract

With the continuous reduction of the global wetland area, human beings have paid more and more attention to wetlands, and the evaluation of wetland value has developed rapidly. This paper briefly summarizes the two main classification methods and three value assessment methods of wetland ecosystem service functions, analyzes the advantages and disadvantages of the three assessment methods, then discusses the research progress and research results of wetland value assessment at home and abroad, and finally points out that the existing wetland value assessment methods and assessment systems cannot reflect the dynamic process of ecosystem changes and the impact of internal and external factors on the assessment results. In the assessment process, it is rarely considered whether the functions can play properly, and the cross function or missing problems. It is believed that in the future, we should have an in-depth understanding to the internal structure of ecosystems, strengthen the study of the dynamic process of ecosystems, comprehensively understand the various uses and functions of wetland ecosystems and the links between functions, and reduce the impact of external factors in the value assessment process, thereby establishing a comprehensive value assessment system, providing a basis for the restoration, protection, development and utilization of wetlands.

Keywords

Wetland Value, Evaluation Methods, Research Progresses

湿地价值评估研究综述

田若谷¹, 李怀恩^{1*}, 刘铁龙²

¹西安理工大学省部共建西北旱区生态水利国家重点实验室, 陕西 西安

²陕西省江河水库管理局, 陕西 西安

Email: *617595338@qq.com

收稿日期: 2019年5月8日; 录用日期: 2019年5月22日; 发布日期: 2019年6月5日

作者简介: 田若谷(1994.4-), 陕西商洛人, 硕士研究生, 主要研究方向为环境水文及水资源保护。

*通讯作者。

文章引用: 田若谷, 李怀恩, 刘铁龙. 湿地价值评估研究综述[J]. 水资源研究, 2019, 8(3): 267-273.

DOI: 10.12677/jwrr.2019.83032

摘要

随着全球湿地面积不断减少,人类对湿地逐渐重视,湿地价值评估研究迅速发展。本文首先简要概述了湿地生态系统服务功能的两种主要分类方法和三种价值评估方法,并分析了三种评估方法的优劣,然后论述了国内外湿地价值评估的研究进展及研究成果,最后指出了目前湿地价值评估方法和评估体系存在不能体现生态系统动态变化过程以及内外因素对评估结果的影响,在评估过程中很少考虑各项功能是否能够正常发挥,以及功能交叉或漏算等问题。认为今后应深入了解生态系统内部结构,加强生态系统动态变化过程的研究,全面认识湿地生态系统的各项用途、功能,以及各功能之间的联系,减少外部因素在价值评估过程中的影响,从而建立全面的价值评估体系,为湿地的恢复、保护、开发利用提供基础和依据。

关键词

湿地价值, 评估方法, 研究进展

Copyright © 2019 by author(s) and Wuhan University.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

水是人类社会赖以生存和发展的基础,具有不可替代性[1]。社会快速发展使人类对水资源的需求量不断增加,导致大量的生态环境需水被挤占。片面的追求经济利益最大化,忽视生态环境用水,造成了湿地退化萎缩、总面积不断减小等一系列生态环境问题[2]。湿地生态环境需水作为流域生态环境需水的重要组成部分,具有许多不容忽视的功能及社会、生态效益[3],在湿地环境不断恶化的背景下,湿地价值研究逐渐受到关注。湿地生态环境需水的实时价值或短时间跨度内的价值定量化、货币化研究,有助于人们直观的认识湿地生态环境需水的重要性,提高人们对水资源的关注程度,对于恢复健康的生态系统,促进社会可持续发展具有重要意义[4]。

湿地价值研究涉及经济学、生态学多个学科领域,20世纪90年代后逐渐发展和盛行,近年来国内外学者在价值评估研究上取得了大量成果。目前价值评估方法有很多,但依旧存在许多争议,本文对国内外湿地生态系统功能的主要分类以及价值评估方法进行概述,并就湿地价值的国内外研究进展进行了分析论述,指出了目前研究存在的问题以及对未来的展望,以期有助于促进湿地价值评估研究的进一步发展。

2. 湿地生态环境需水量概念

生态环境需水量研究最早起源于20世纪40年代,美国鱼类与野生动物保护组织提出了河流最小环境流量的概念[5]。研究范围目前涉及到湿地、湖泊、河流、城市生态、林牧渔蓄多个方面[6],湿地需水研究是生态环境需水的重要组成部分。湿地生态环境需水量包含生态需水和环境需水,可以理解为在一定的时空条件下,湿地为维持生态系统的各项生态功能和环境功能所需要的水量,具有显著的时空变化特点[7]。有学者将生态需水量划分成最小、适宜、最大需水量三个等级。也有人认为湿地生态需水量不仅要考虑各组成物种生态需水,还要考虑湿地的完整性及湿地的功能和价值。由于研究目的与背景各异,目前对湿地需水的概念没有统一的理解[8]。

湿地所具有的功能和价值建立在湿地生态环境需水被满足的条件下,如果湿地生态环境需水得不到满足,湿地生态系统服务功能将得不到正常发挥。

3. 湿地生态系统功能分类及估值方法

3.1. 湿地生态系统服务功能分类

国内外目前对生态系统服务功能的分类认可度较高的主要有两种：1997年 Constanza [9]提出的把生态系统功能分为气体调节、气候调节、扰动调节、水调节、水供给、控制侵蚀和保持沉积物、土壤形成、养分循环、废物处理、传粉、生物控制、避难所、食物生产、原材料、基因资源、休闲、文化 17 种功能类型；另一种认可度较高的分类是 2005 年千年生态系统评估给出的将生态系统功能分为供给功能、调节功能、文化功能、支持功能四个类型。

湿地作为整个生态系统的一部分，在生态环境需水量得到满足的情况下，具有特定的功能。张翼然等[10]对比分析了国内 71 个内陆湿地的生态系统服务价值评估的研究，总结了湿地生态系统的特点和特征，得到了湿地具有产品输出、涵养水源、调蓄洪水、保持土壤、固碳释氧、调节气候、净化水质、生物栖息地、旅游休闲、科研教育众多功能。但湿地是一个极其复杂的生态系统，不同类型不同地理位置的湿地具有的功能各异，要根据具体的研究目的来分析确定核心功能。

3.2. 湿地价值估算方法

国内外的湿地价值研究主要集中在生态系统服务价值方面。湿地的总经济价值可以笼统称之为效益，效益在价值上体现为使用价值和非使用价值[11]。评估方法可以分为三类：物质法，能值法，价值量法，三种方法各有优劣。物质法能反映生态系统服务的可持续性，适用于空间尺度较大的评估，但它在评估生态系统各功能价值时使用的量纲不同，不能加和计算，实际应用较少。能值法的应用能克服人们在价值评估时主观因素的影响，建立客观统一标准，但它体现的是物质生产过程中太阳能消耗量，不能表达人类的支付意愿，并且，很多情况下转换率较难确定，实际应用中受到很多限制[12]。目前研究使用最广泛的方法是价值量法，主要评价方法有直接市场法、替代市场法、假想市场法、成果参照法。直接市场法用于已具有市场价格的生态系统功能价值估算，湿地的大部分价值都可用直接市场法计算。其他无法用直接市场法计算的价值，可根据湿地的特点和评估需求，利用替代市场法、假想市场法、成果参照法推求。湿地功能类型不同需使用不同估算方法，一般对湿地总价值评估时，需综合使用以上方法。图 1 描述了湿地价值的评估过程。

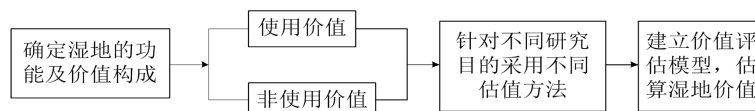


Figure 1. Wetland value evaluation process
图 1. 湿地价值评估过程

4. 湿地价值评估的应用与发展

4.1. 国外研究动态

国外湿地价值研究起步较早，早期主要是对湿地单项价值量化评估。如 1975 年，Gupta 等[13]用损失成本法对美国马萨诸塞州淡水湿地部分单项功能价值进行了评估，湿地价值评估有了初步成果。随着 1997 年 Costanza 等[14]首次给出全球生态系统服务价值，世界各国学者由此展开了对生态系统功能及价值的研究。湿地作为生态系统的一部分，其价值研究迅速发展起来。

21 世纪以来，国外在湿地价值评估上进行了大量研究。Jenkins 等[15]利用环境经济学方法重点量化了密西西比河冲积谷湿地减少温室气体，减缓氮气和水禽娱乐价值。Setlhogile 等[16]分析了资源的直接和间接使用价值，评估了博茨瓦纳的马卡迪卡迪湿地系统地下水补给价值。Grossmann [17]应用替代或重置成本的方法来评估

监管生态系统服务,提出用成本最小化模型估算易北河流域漫滩湿地养分保留功能的经济价值,并用经验成本函数对易北河成本和效益进行快速评估。随着湿地评估需求不断增加,很多研究受到时间和成本等因素制约,价值评估受到限制,价值转移方法逐渐兴起(即通过计量经济学方法将已有的湿地生态系统服务价值评估结果转移到待研究湿地[18])。Ghermandi等[19]提出了相似性指数方法,以印度沿海湿地为例,说明如何将该已有湿地指数嵌入待评估湿地,从而估算待评估湿地的价值。Chaikumbung等[20]应用蒙特卡罗回归分析利益转移函数首次对来自50个发展中国家的379个不同湿地的经济价值进行了估算,并分析了影响湿地价值的因素。近年来,人们在关注价值研究的同时,逐渐开始关注生态系统内部特征和联系。McDonough等[21]认为一般货币化评估方法可能会破坏内在的生态系统价值,强调需要纳入生态系统服务内在价值的评估方法。

可见,国外对湿地价值的研究涉及面较广,重视生态系统之间的协同作用,许多学者将外部地理空间数据和生态系统服务交互结合起来对湿地生态系统服务的经济价值进行分析。特别是在湿地价值影响因素方面已有大量研究,近年来有近二十位学者应用荟萃回归分析研究了影响湿地价值的主要因素。

4.2. 国内研究动态

我国对湿地价值的研究大致分两个阶段,初期主要以定性分析为主。20世纪90年代,唐国俊[22]论述了草海自然保护区湿地生态系统在社会发展中具有的功能和价值。李幸福[23]以青海湖流域湿地为例,列举了湿地具有防洪、调节气候、净化水质、为生物提供食物和栖息地及娱乐观光功能,但只做了定性分析,但尚未进行定量化和货币化计算。1995年由陈宜瑜[24]主编的《中国湿地研究》一书,收录了众多关于湿地研究论文,内容涉及到湿地的环境效益分析等多方面。

21世纪以来,随着生物资源价值评估方法不断发展,国内学者对湿地价值的量化计算有了初步探索。崔丽娟[25]针对湿地特点,使用市场价值法、费用支出法、旅行费用法、影子价格法、条件价值评估法对扎龙湿地价值进行了货币化计算。阎水玉等[26]对长江三角洲湿地生态系统,森林生态系统,农田生态系统,河流与湖泊生态系统,浅海海域生态系统的总服务价值进行了定量评估。张彪等[27]估算了北京市主要湿地生态系统服务价值,并确定了其主导贡献者。早期的价值量化研究主要是针对区域的某项或多项生态系统功能价值评估。

近年来,国内学者逐渐开始了对生态系统功能及价值变化的研究。赵欣胜等[28]应用能值分析理论,定量分析广州市十九涌红树林沼泽湿地的生态效益以及系统内的物流和能流。陈俊等[29]计算了长沙市湿地景观生态系统功能价值动态变化值,并分析了其价值变化的驱动力。程乾等[30]利用地图数据视觉解译方法和功能区分类方法,确定了凌河口湿地生态系统服务的九大功能及价值。为了进一步说明湿地各功能的相对重要性及各功能所对应指标间的相对重要性,孙鹏[31]等对图们江下游湿地利用层次分析法得到湿地各项功能在湿地生态系统中的权重,建立了湿地功能评价模型,避免了确定湿地影响因子权重的盲目性,更加客观的判断了各指标相对重要性。随着价值评估需求增长,国内湿地价值评估研究也在不断变革。许多学者借助GIS和RS等辅助手段对湖泊湿地价值进行快速评估,或应用荟萃回归分析构建价值转移模型估算不同类型湿地的价值水平,促进了湿地价值高效评估。

总体来说,国内外对湿地价值的研究方法和手段较多,但评价标准各异,未形成统一的评估方法和体系,不同方法计算结果之间存在一定差异,对湿地生态系统内部功能之间联系研究较少。

5. 存在的问题

1) 生态环境需水量包含了水量,水质,水生态多重概念,具有显著的时空变化特点,生态系统服务也是一个动态变化的过程,因而价值量化研究也是一个动态评估过程,现有的评估方法大多不能体现其动态变化。

2) 湿地的生态环境需水得到满足时,湿地生态系统才具有各项功能和价值。目前湿地的价值评估,很少考虑湿地生态环境需水是否满足的问题,因而也很难确定湿地各项功能是否能够正常发挥。

3) 湿地价值评估以生态学, 经济学为基础, 涉及到多学科, 不同湿地生态系统功能各异。目前人们对生态系统内部结构了解甚少, 所列举的功能在计算时存在交叉重复现象, 而有些功能的又被忽略, 如一些评估在考虑水质净化功能时, 只考虑了净化总氮, 总磷价值, 这些都会使计算结果有一定偏差。

4) 影响湿地价值评估的内在和外在因素有很多, 例如: 相同生态系统的服务功能价值, 使用条件价值法和选择试验模型法估价要低于市场价格法, 城市湿地的价值要大于农村湿地, 湿地总面积与单位面积湿地价值呈现负相关关系。湿地类型、面积、所处的地理位置、经纬度、人口密度、居民收入、以及评估方法不同, 都会对价值产生影响。当前评估方法不能完全体现以上因素对价值评估的影响。

6. 结语

长期以来, 国内外在湿地价值研究上取得了不少进展。然而目前的评估方法和体系依然存在许多问题。在今后的工作中需要加强以下研究: 深入了解生态系统间的相互作用, 生态系统结构和系统动态变化过程。全面认识湿地生态系统的各项用途、功能, 以及各功能之间的联系, 避免交叉重复计算或漏算问题, 使计算结果更加精确合理。加强水量、水质、水生态的综合研究和监测, 对各项指标进行考察和记录。减少外部因素在价值评估过程中的影响, 结合水文模型和水生态模型, 完善目前现有的价值研究方法, 规范价值评估体系。

基金项目

国家自然科学基金(No.51479162)。

参考文献

- [1] 姜德娟, 王会肖, 李丽娟. 生态环境需水量分类及计算方法综述[J]. 地理科学进展, 2003, 22(4): 369-378.
JIANG Dejuan, WANG Huixiao and LI Lijuan. A review on the classification and calculating methods of ecological and environmental water requirements. Progress in Geography, 2003, 22(4): 369-378. (in Chinese)
- [2] 黄小雪, 姜跃良, 蒋红, 罗麟. 流域梯级开发中河道生态环境需水量研究[J]. 水力发电学报, 2007, 26(3): 110-114.
HUANG Xiaoxue, JIANG Yueliang, JIANG Hong and LUO Lin. Study on ecological and environmental water demand for river course in basin cascade exploitation. Journal of Hydroelectric Engineering, 2007, 26(3): 110-114. (in Chinese)
- [3] LAVOIE, R., DESLANDES, J. and PROULX, F. Assessing the ecological value of wetlands using the MACBETH approach in Quebec City. Journal for Nature Conservation, 2016, 30: 67-75. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2016.01.007>
- [4] 夏军, 翟金良, 占车生. 我国水资源研究与发展的若干思考[J]. 地球科学进展, 2011, 26(9): 905-915.
XIA Jun, ZHAI Jinliang and ZHAN Chesheng. Some reflections on the research and of development water resources in China. Advances in Earth Sciences, 2011, 26(9): 905-915. (in Chinese)
- [5] 徐志侠, 陈敏建, 董增川. 河流生态需水计算方法评述[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2004, 32(1): 5-9.
XU Zhixia, CHEN Minjian and DONG Zengchuan. Comments on calculation methods for river ecological water demand. Journal of Hohai University (Natural Sciences), 2004, 32(1): 5-9. (in Chinese)
- [6] 严登华, 何岩, 邓伟, 王金达. 东辽河流域河流系统生态需水研究[J]. 水土保持学报, 2001, 15(1): 46-49.
YAN Denghua, HE Yan, DENG Wei and WANG Jinda. Ecological water demand by river system in East Liaohe River basin. Journal of Soil and Water Conservation, 2001, 15(1): 46-49. (in Chinese)
- [7] 张珮纶, 王浩, 雷晓辉, 等. 湿地生态补水研究综述[J]. 人民黄河, 2017, 39(9): 64-69.
ZHANG Peilun, WANG Hao, LEI Xiaohui, et al. A review of ecological water replenishment for wetlands. Yellow River, 2017, 39(9): 64-69. (in Chinese)
- [8] 张华, 张兰, 赵传燕. 极端干旱区尾间湖生态需水估算——以东居延海为例[J]. 生态学报, 2014, 34(8): 2102-2108.
ZHANG Hua, ZHANG Lan and ZHAO Chuanyan. Ecological water requirement estimation of the rump lake in an extreme arid region of East Juyanhai. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(8): 2102-2108. (in Chinese)
- [9] COSTANZA, R., D'ARGE, R., DE GROOT, R., et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Ecological Economics, 1997, 387(1): 3-15. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00020-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00020-2)
- [10] 张翼然, 周德民, 刘苗. 中国内陆湿地生态系统服务价值评估——以 71 个湿地案例点为数据源[J]. 生态学报, 2015, 35(13): 4279-4286.
ZHANG Yiran, ZHOU Demin and LIU Miao. Ecosystem service valuation research of Chinese inland wetlands based on case

- study. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(13): 4279-4286. (in Chinese)
- [11] 武海涛, 吕宪国. 中国湿地评价研究进展与展望[J]. 世界林业研究, 2005, 18(4): 49-53.
WU Haitao, LU Xianguo. A review on the study of wetland assessment in China. *World Forestry Research*, 2005, 18(4): 49-53. (in Chinese)
- [12] SPEIGHT, J. A review of: Odum, Howard T. "Environmental accounting: Energy and environmental decision making". New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996. \$79.95. *Energy Sources*, 1996, 18(3): 346-346.
<https://doi.org/10.1080/00908319608956227>
- [13] 王浩. 洽川湿地生态系统服务价值评估[D]: [硕士学位论文]. 西安: 陕西师范大学, 2016.
WANG Hao. Evaluation of the value of ecosystem services in Qiachuan wetland. Xi'an: Shaanxi Normal University, 2016. (in Chinese)
- [14] WILSON, M. A., CARPENTER, S. R. Economic valuation of freshwater ecosystem services in the United States: 1971-1997. *Ecological Applications*, 1999, 9(3): 772-783. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(1999\)009\[0772:EVOFES\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(1999)009[0772:EVOFES]2.0.CO;2)
- [15] JENKINS, W. A., MURRAY, B. C., KRAMER, R. A., et al. Valuing ecosystem services from wetlands restoration in the Mississippi Alluvial Valley. *Ecological Economics*, 2010, 69(5): 1051-1061. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.022>
- [16] SETLHOGILE, T., ARNTZEN, J., MABIZA, C., et al. Economic valuation of selected direct and indirect use values of the Makgadikgadi wetland system, Botswana. *Physics & Chemistry of the Earth Parts A/b/c*, 2011, 36(14): 1071-1077.
<https://doi.org/10.1016/j.pce.2011.08.008>
- [17] GROSSMANN, M. Economic value of the nutrient retention function of restored floodplain wetlands in the Elbe River basin. *Ecological Economics*, 2012, 83(6): 108-117. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.03.008>
- [18] 杨玲, 孔范龙, 郝敏, 等. 基于 Meta 分析的青岛市湿地生态系统服务价值评估[J]. 生态学杂志, 2017, 36(4): 1038-1046.
YANG Ling, KONG Fanlong, XI Min, et al. Ecosystem services assessment of wetlands in Qingdao based on meta-analysis. *Chinese Journal of Ecology*, 2017, 36(4): 1038-1046. (in Chinese)
- [19] GHERMANDI, A., SHEELA, A. M. and JUSTUS, J. Integrating similarity analysis and ecosystem service value transfer: Results from a tropical coastal wetland in India. *Ecosystem Services*, 2016, 22: 73-82.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.09.014>
- [20] CHAIKUMBUNG, M., DOUCOULIAGOS, H. and SCARBOROUGH, H. The economic value of wetlands in developing countries: A meta-regression analysis. *Ecological Economics*, 2016, 124: 164-174.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.01.022>
- [21] MCDONOUGH, S., GALLARDO, W., BERG, H., et al. Wetland ecosystem service values and shrimp aquaculture relationships in CanGio, Vietnam. *Ecological Indicators*, 2014, 46(6): 201-213. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.06.012>
- [22] 唐国俊. 草海湿地的社会经济价值及其管理保护[J]. 环保科技, 1992(z1): 95-98.
TANG Guojun. The social and economic value of Caohai wetland and its management protection. *Environmental Protection and Technology*, 1992(z1): 95-98. (in Chinese)
- [23] 李幸福. 青海湖流域湿地类型及其生态经济价值[J]. 青海环境, 1995, 5(4): 180-183.
LI Xingfu. Types of wetland and ecological economic value of Qinghai Lake basin. *Qinghai Environment*, 1995, 5(4): 180-183. (in Chinese)
- [24] 陈宜瑜. 中国湿地研究[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1995.
CHEN Yiyu. China wetland research. Changchun: Jilin Science and Technology Press, 1995. (in Chinese)
- [25] 崔丽娟. 扎龙湿地价值货币化评价[J]. 自然资源学报, 2002, 17(4): 451-456.
CUI Lijuan. Assessment on Zhalong wetland value. *Journal of Natural Resources*, 2002, 17(4): 451-456. (in Chinese)
- [26] 阎水玉, 杨培峰, 王祥荣. 长江三角洲生态系统服务价值的测度与分析[J]. 中国人口资源与环境, 2005, 15(1): 96-100.
YAN Shuiyu, YANG Peifeng and WANG Xiangrong. Value of ecosystem services in Yangtze River delta. *China Population Resources and Environment*, 2005, 15(1): 96-100. (in Chinese)
- [27] ZHANG, B., SHI, Y. T., LIU, J. H., et al. Economic values and dominant providers of key ecosystem services of wetlands in Beijing, China. *Ecological Indicators*, 2017, 77: 48-58. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.02.005>
- [28] 赵欣胜, 崔保山, 杨志峰. 红树林湿地生态效益能值分析——以南沙地区十九涌红树林湿地为案例[J]. 生态学杂志, 2005, 24(7): 841-844.
ZHAO Xinsheng, CUI Baoshan and YANG Zhifeng. Energy analysis of ecological benefit in mangrove wetland—Case study of the Nineteenth Chong mangrove wetland in Nansha. *Chinese Journal of Ecology*, 2005, 24(7): 841-844. (in Chinese)
- [29] 陈俊. 长沙市城市湿地生态系统服务价值变化及驱动力研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南师范大学, 2016.
CHEN Jun. Study on the change and driving force of urban wetland ecosystem service value in Changsha City. Changsha: Hunan Normal University, 2016. (in Chinese)
- [30] CHENG, Q., ZHOU, L. Research on monetary value evaluation of Linghe River estuarine wetland ecosystem service function.

China Rural Water and Hydropower, 2012, 518-523: 1180-1183.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.518-523.1180>

- [31] 孙鹏, 朱卫红. 基于层次分析法的图们江下游湿地价值综合评价[J]. 国土与自然资源研究, 2010(5): 57-58.
SUN Peng, ZHU Weihong. Comprehensive evaluation of the value of wetland in the Tumen River lower stream area based on AHP. Territory & Natural Resources Study, 2010(5): 57-58. (in Chinese)