

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2010.04.003

辽宁盘锦双台子河口湿地生态环境需水量研究

张欣¹,周林林²,李萌³,王铁良¹

(1. 沈阳农业大学水利学院,辽宁 沈阳 110161;2. 水利部珠江水利委员会,广东 广州 510611;3. 辽宁地方水电设计研究院,辽宁 沈阳 110003)

摘要 辽宁盘锦双台子河口湿地生态环境需水量主要由生态需水量和环境需水量组成。根据双台子河口湿地生态环境需水量的特点,选取适宜的生态环境需水量计算方法,利用 3S 技术对湿地地表信息进行提取,计算该湿地 2000 年和 2005 年各类生态环境需水量的最小、最适合和最大值。计算结果表明 2005 年湿地生态环境需水量较 2000 年有所减少。对生态环境需水量的变化进行了对比分析,阐述了双台子河口湿地生态环境需水量变化的原因,为双台子河口湿地保护和水资源合理利用提供有利依据。

关键词 河口湿地 生态环境 需水量 辽宁省

中图分类号 X171.1 **文献标识码** A **文章编号** 1004-6933(2010)04-0008-05

Eco-environmental water requirement of Shuangtaizi estuarine wetland in Panjin, Liaoning Province

ZHANG Xin¹, ZHOU Lin-lin², LI Meng³, WANG Tie-liang¹

(1. College of Water Conservancy, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China; 2. Planning Department of the Pearl River Water Resources Commission, Ministry of Water Resources, Guangzhou 510611, China; 3. Liaoning Local Hydropower Design and Research Institute, Shenyang 110003, China)

Abstract :The eco-environmental water requirement of the Shuangtaizi estuarine wetland in Panjin, in Liaoning Province of China consists of ecological water requirements and environmental water requirements. Based on selection of the appropriate calculation method for computing the eco-environmental water requirement, and collection of information on the wetland surface with the 3S technique, the minimum, maximum and optimum eco-environmental water requirements of the Shuangtaizi estuarine wetland in 2000 and 2005 were calculated. The eco-environmental water requirement in 2005 was less than that in 2000. That change was explained by comparison and analysis of the data, which could provide a useful basis for conservation and reasonable water resources exploitation of the Shuangtaizi estuarine wetland.

Key words :estuarine wetland; eco-environmental water requirement; wetland ecosystem; Liaoning Province

1 研究区概况

辽宁盘锦双台子河口湿地位于盘锦市辽河三角洲的最南端,辽东湾北部的双台子河入海口处,南接渤海。双台子河口湿地地处中纬度地带,属于北温

带半湿润季风性气候区,年平均气温为 8.4℃。年平均降水量为 623.2 mm,降水主要集中在夏季,夏季平均降水量为 392.1 mm,占全年降水总量的 62.9%。冬季降水量最小,占全年降水总量的 2.2%。各月降水以 7 月份最多,1 月份最少。湿地

基金项目 国家自然科学基金(50879046) 教育部高等学校博士学科点专项科研基金 教技发中心函[2006]226 号 辽宁省高等学校优秀人才支持计划项目 辽教发[2006]124 号。

作者简介 张欣(1984—),女,辽宁沈阳人,硕士研究生,研究方向为水环境质量评价及湿地生态环境。E-mail :xiner.0822@163.com

通讯作者 王铁良,教授。E-mail :tieliangwang@126.com

年蒸发量大于年降水量,年平均蒸发量为 1 669.6 mm,是年降水量的 2.7 倍。

双台子河口湿地是辽河三角洲最具典型、原有湿地生态特征保存最好的区域,区内具有大面积的芦苇沼泽、滩涂、湿草甸、海水水域、河流等多种湿地类型,其中芦苇面积居世界第 2 位,区内水资源丰富,流经湿地的主要河流有双台子河、大辽河、大凌河、饶阳河等。双台子河口湿地主要保护大面积的芦苇沼泽湿地、广阔的潮间带滩涂、水域和以迁徙水禽占优势的野生动物种群。

2 研究方法

2.1 利用 3S 技术进行信息提取

采用双台子河口湿地 2000 年和 2005 年的卫星影像,通过 GPS 定位建立研究区的解译标志,应用 ARCVIEW3.2 软件,对湿地基本信息进行提取。湿地类型和面积变化信息见表 1。

表 1 双台子河口湿地各类型湿地面积

湿地类型	面积/km ²		占总面积比例/%		2000~2005 年 变化面积/ km ²
	2000 年	2005 年	2000 年	2005 年	
苇田	246.427	245.857	19.39	19.50	-0.570
水田	104.542	103.789	8.22	8.23	-0.753
水库、水塘、 养殖塘	71.554	70.821	5.63	5.62	-0.733
河流、河渠	28.151	29.160	2.21	2.31	1.009
旱地	68.760	75.632	5.41	6.00	6.872
滩涂	395.584	369.121	31.12	29.28	-26.463
滩地	24.408	22.606	1.92	1.79	-1.802
居民区	188.228	178.411	14.81	14.15	-9.787
中覆盖草地	1.163	0.861	0.09	0.07	-0.302
油井	109.357	127.838	8.60	10.14	18.481
海洋	32.855	36.462	2.58	2.89	3.607
合计	1271.030	1260.557	100.00	100.00	-10.473

从表 1 可见,双台子河口湿地从 2000 年到 2005 年总体面积减少了近 10.5 km²,其中滩涂面积减少最为严重,其次是居民区、滩地、水田以及水库、水塘、养殖塘的面积也有所减少,其中大部分面积为当地石油开采所占用。油井面积在此年间增加最多,严重威胁着湿地的生态环境。而湿地中旱地的面积也增加了近 7 km²。这些面积的变化情况反映出双台子河口湿地的生态环境仍处在有待恢复的状态。

2.2 湿地生态环境需水量计算方法

湿地生态环境需水量可分为生态需水量和环境需水量两个部分。湿地生态需水量指湿地为维持自身发展过程和保护生物多样性所需要的水量,包括湿地植物需水量、湿地土壤需水量和生物栖息地需水量等。湿地环境需水量指湿地支持和保护自然生态系统与生态过程、支持和保护人类活动与生命财

产以及改善环境而需要的水量,包括补给地下水需水量、防止岸线侵蚀及河口生态环境需水量和净化污染物需水量等。简单讲,湿地生态环境需水量就是指能够抑制湿地生态环境恶化趋势,并逐步使湿地生态系统恢复到健康状态所需要的适宜水量。为了便于对湿地生态环境需水量进行研究,崔保山等^[1]按照湿地生态系统的组成结构,将其划分了 5 个等级,其中比较常用的 3 个等级划分是:最大、最适合和最小需水量。最大需水量是系统可以承受的最大水量,超过这一水量,系统便会产生突变;最适需水量是系统存在所需的最佳水量,此时系统处于最理想状态;最小需水量是系统维持自身发展所需的最低水量,低于这一水量,系统便会很快萎缩、退化甚至消失。

2.2.1 湿地植被需水量

湿地植被正常生长所需要的水量就是湿地植被需水量。一般植被需水量包括 4 部分:植物同化工程耗水和植物体内包含的水分、植物叶面蒸腾耗水、植物间土壤蒸发耗水。其中植物叶面蒸腾耗水和植物间土壤蒸发耗水占植被需水量的 99%,因此将植物叶面蒸腾耗水和植物间土壤蒸发耗水之和近似为植被需水量^[2],其计算公式为^[3]:

$$W_p = 10^{-3} A_p ET_m \tag{1}$$

式中: W_p 为植被需水量, m³; A_p 为湿地植被面积, m²; ET_m 为蒸散发量, mm。

2.2.2 湿地土壤需水量

湿地土壤需水量与植物生长及其需水量密切相关,但土壤含水量并不等于土壤需水量,不同的湿地土壤的持水量、含水量等水特征值不同,需水量就有差异。湿地土壤需水量计算公式为^[3]:

$$W_t = \alpha H_t A_t \tag{2}$$

式中: W_t 为土壤需水量, m³; α 为田间持水量或饱和持水量百分比(据土壤类型而定), %; H_t 为土壤厚度, m; A_t 为湿地土壤面积, m²。

2.2.3 生物栖息地需水量

生物栖息地需水量是指鱼类、鸟类等栖息繁殖需要的基本水量。生物栖息地需水量可通过水面面积百分比和水深进行计算^[3],公式如下:

$$W_q = ABH_w \tag{3}$$

式中: W_q 为生物栖息地需水量, m³; A 为湿地面积, m²; B 为水面面积百分比, %; H_w 为水深, m。

2.2.4 补给地下水需水量

补给地下水需水量是指通过自然渗漏补给地下水的水量,双台子河口湿地补给地下水需水量包括苇田、水田以及水库、水塘、养殖塘和河流渠系补给

地下水的水量。苇田补给地下水需水量计算公式为：

W_b = KIA_s T (4)

式中：W_b 为补水量，m³；K 为渗透系数，m/d；I 为水力坡度；A_s 为渗流剖面面积，m²；T 为计算时段长度，d。

由于双台子河口湿地中有大面积水田，因此，水稻生长期的降水入渗和灌溉入渗也应计算在内，计算水田补给地下水量的公式为：

W_r = 10⁻³ Φ_黏 T_r F (5)

式中：W_r 为水田补给地下水量，m³；Φ_黏 为水田稳渗率，Φ_黏 = 1 mm/d；T_r 为水稻生长期，单季稻为 120 d；F 为水田面积，m²。

2.2.5 水库、水塘、养殖塘生态环境需水量

水库、水塘、养殖塘生态环境需水量是指为了维护水库、水塘、养殖塘基本生态功能所需水量。计算公式为：

W_l = 10⁻³ ∑_{i=1}^n A_i (E_i - P_i) (i = 1, 2, 3, ..., n) (6)

式中：W_l 为水库、水塘、养殖塘生态环境需水量，m³；A_i 为第 i 个水库、水塘、养殖塘的水面面积，m²；E_i 为相应的水面蒸发量，mm；P_i 为第 i 个水库、水塘、养殖塘上的降水量，mm。

3 计算结果与分析

3.1 湿地植被需水量

双台子河口湿地主要植被群落类型有草甸群落、盐地碱蓬群落、芦苇群落、香蒲群落和种植群落等。由于湿地内植被种类繁多，计算时只能选择关键物种。种植群落以水稻田为主，野生植被以芦苇为主，因此只计算这两种植物的需水量。需水量级别可以根据这两种植物的生长基本特征划分，这里以植被生长级别及盖度为分级指标。

根据双台子河口湿地历年水文资料，年平均水面蒸发量约为 933 ~ 941 mm，植被生长期蒸散发量约为水面蒸发量的 2 倍，非生长期蒸散发量约为水面

蒸发量的 1.1 倍，利用式(1)计算湿地植被需水量结果见表 2。

表 2 双台子河口湿地植被需水量

级别	盖度 / %	植被生长级别	湿地面积 / km²		蒸散发量 / mm	需水量 / 亿 m³	
			2000 年	2005 年		2000 年	2005 年
最小	40 ~ 50	Ⅲ	350.969	349.646	800 ~ 1000	2.808 ~ 3.510	2.797 ~ 3.496
最适	60 ~ 80	Ⅱ	350.969	349.646	1300 ~ 1500	4.563 ~ 5.265	4.545 ~ 5.245
最大	100	I	350.969	349.646	1800 ~ 2000	6.317 ~ 7.019	6.294 ~ 6.993

3.2 湿地土壤需水量

双台子河口湿地主要的土壤类型有潮滩盐土、滨海盐土、草甸盐土、沼泽盐土和水稻土，计算湿地土壤需水量时按照土壤水分特征将湿地土壤分为盐土、沼泽土和水稻土。盐土和沼泽土生长的植被以芦苇为主，广泛的滩涂湿地土壤类型以盐土为主，水稻土主要分布在水田等人工湿地。利用式(2)计算湿地土壤需水量结果见表 3。

3.3 生物栖息地需水量

双台子河口湿地内分布有大量的珍稀鸟类，其中黑嘴鸥占全部种群数量的 50% 以上。黑嘴鸥主要栖息在芦苇沼泽湿地中，双台子河口湿地的芦苇沼泽面积约占湿地总面积的 40% 左右。水面和沼泽植被共同组成的湿地系统可为水禽提供最佳的栖息场所，水面和沼泽植被面积的相对比率是决定物种丰富性的重要因素。根据双台子河口湿地的实际情况，芦苇沼泽湿地的水面面积百分比在 10% ~ 75% 之间，芦苇生长所需水深一般在 0.5 ~ 1.0 m 之间，这一水深范围能够满足黑嘴鸥生长繁殖的需要，考虑到黑嘴鸥生存还需要鱼类作为食物，因此将水深最大值定为 2 m。根据主要生物的栖息面积并利用式(3)计算 2000 年和 2005 年生物栖息地需水量，结果见表 4。

表 4 双台子河口湿地生物栖息地需水量

级别	湿地面积 / km²		水面面积百分比 / %	水深 / m	需水量 / 亿 m³	
	2000 年	2005 年			2000 年	2005 年
最小	508	504	10 ~ 15	0.5	0.254 ~ 0.381	0.252 ~ 0.378
最适	508	504	25 ~ 45	1.0 ~ 1.5	1.270 ~ 3.429	1.260 ~ 3.402
最大	508	504	65 ~ 75	2.0	6.604 ~ 7.620	6.552 ~ 7.560

表 3 双台子河口湿地土壤需水量

类别	分类	体积百分比 / %	土层厚度 / m	面积 / km²		需水量 / 亿 m³	
				2000 年	2005 年	2000 年	2005 年
最小田间持水量	盐土、沼泽土	35 ~ 45	0.8	642.011	614.978	2.425 ~ 3.064	2.344 ~ 2.961
	水稻土	50 ~ 60	1.2	104.542	103.789		
最适饱和持水量	盐土、沼泽土	45 ~ 55	0.8	642.011	614.978	3.064 ~ 3.703	2.961 ~ 3.578
	水稻土	60 ~ 70	1.2	104.542	103.789		
最大蓄水能力	盐土、沼泽土	55 ~ 65	0.8	642.011	614.978	3.829 ~ 4.593	3.702 ~ 4.443
	水稻土	80 ~ 100	1.2	104.542	103.789		

3.4 补给地下水需水量

假定双台子河口湿地的苇田中仅有水面的部分补给地下水,无水面的部分只满足自身的需水要求。因此按照苇田不同的水面面积百分比划分需水量等级。利用式(4),其中由于湿地中土壤均属黏质土,渗透系数取 0.005 m/d,受湿地季节性来水和冻融影响,补给时间按 150 d 计,计算结果见表 5。

表 5 苇田补给地下水需水量

级别	苇田面积/km ²		水面面积 百分比/ %	渗透 系数/ (m·d ⁻¹)	补给 时间/ d	需水量/亿 m ³	
	2000 年	2005 年				2000 年	2005 年
最小	246.427	245.857	10~15	0.005	150	0.185~ 0.277	0.184~ 0.277
最适	246.427	245.857	45~65	0.005	150	0.832~ 1.201	0.830~ 1.199
最大	246.427	245.857	80~100	0.005	150	1.479~ 1.848	1.475~ 1.844

利用式(5)得到 2000 年和 2005 年水田补给地下水量分别为 0.125 亿 m³ 和 0.124 亿 m³。

另外根据面积和入渗率计算得到 2000 年和 2005 年水库、水塘、养殖塘和河流河渠的补给地下水量分别为 0.748 亿 m³ 和 0.750 亿 m³。

3.5 水库、水塘、养殖塘生态环境需水量

双台子河口湿地多年平均降水量为 623.2 mm,水面蒸发量为 933~941 mm。水库、水塘、养殖塘最小、最适合和最大生态环境需水量等级系数按 0.94,1.00 和 1.10 划分^[4]。利用式(6)计算水库、水塘、养殖塘的生态环境需水量,结果见表 6。

表 6 双台子河口水库、水塘、养殖塘生态环境需水量

级别	湿地面积/km ²		水面蒸 发量 /mm	降水量/ mm	需水量/亿 m ³	
	2000 年	2005 年			2000 年	2005 年
最小	71.554	70.821	933~941	623.2	0.208~0.214	0.206~0.212
最适	71.554	70.821	933~941	623.2	0.222~0.227	0.219~0.225
最大	71.554	70.821	933~941	623.2	0.244~0.250	0.241~0.248

3.6 湿地生态环境需水总量

湿地各类生态环境需水量之和即为湿地生态环境需水总量。双台子河口湿地生态环境需水总量计算结果见表 7。

表 7 双台子河口湿地生态环境需水量

级别	年份	湿地生态环境需水量					
		植被	土壤	生物栖息地	补给地下水	水库、水塘、养殖塘	需水总量
最小	2000	2.808~3.510	2.425~3.064	0.254~0.381	1.058~1.150	0.208~0.214	6.753~8.319
	2005	2.797~3.496	2.344~2.961	0.252~0.378	1.058~1.151	0.206~0.212	6.675~8.198
	变化	-0.011~-0.014	-0.081~-0.103	-0.002~-0.003	0~0.001	-0.002	-0.096~-0.121
最适	2000	4.563~5.265	3.064~3.703	1.270~3.429	1.705~2.074	0.222~0.227	10.824~14.698
	2005	4.545~5.245	2.961~3.578	1.260~3.402	1.704~2.073	0.219~0.225	10.689~14.523
	变化	-0.018~-0.02	-0.103~-0.125	-0.01~-0.027	-0.001	-0.002~-0.003	-0.135~-0.175
最大	2000	6.317~7.019	3.829~4.593	6.604~7.620	2.352~2.721	0.244~0.250	19.346~22.203
	2005	6.294~6.993	3.702~4.443	6.552~7.560	2.349~2.718	0.241~0.248	19.138~21.962
	变化	-0.023~-0.026	-0.127~-0.150	-0.052~-0.06	-0.003	-0.002~-0.003	-0.208~-0.241

3.7 湿地生态环境需水量变化分析

图 1~3 分别比较了 2000 年和 2005 年双台子河口湿地各类生态环境需水量的最小值、最适值和最大值的变化情况。

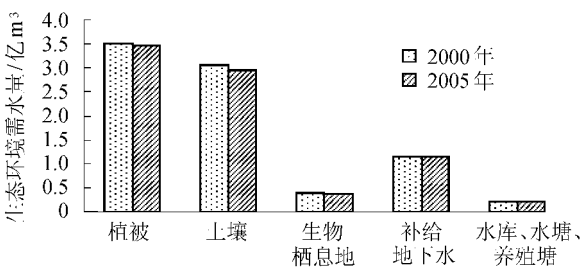


图 1 2000、2005 年双台子河口湿地最小生态环境需水量

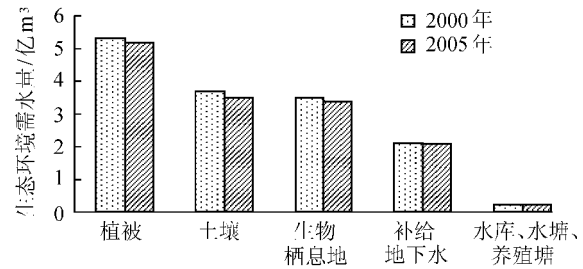


图 2 2000、2005 年双台子河口湿地最适生态环境需水量

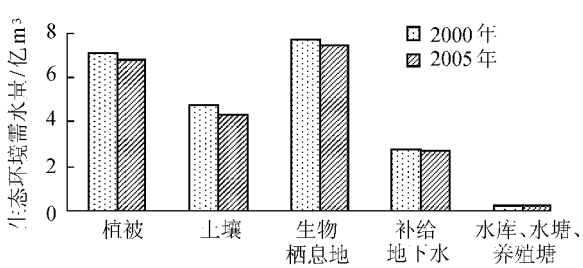


图 3 2000、2005 年双台子河口湿地最大生态环境需水量

由图 1 可知,双台子河口湿地最小生态环境需水量中 2000 年和 2005 年湿地植被需水量和土壤需水量占生态环境需水总量均为 78% 补给地下水需水量占生态环境需水总量的 15% 生物栖息地需水量和水库、水塘、养殖塘生态环境需水量分别占生态环境需水总量的 4% 和 3%。除补给地下水需水量略有增加,其他生态环境需水量均有所减少。

由图 2 可知,湿地最适生态环境需水量中 2000

年和 2005 年湿地植被需水量、土壤需水量和生物栖息地需水量占生态环境需水总量均为 83%，在湿地生态环境需水总量构成中占主要地位，补给地下水需水量和水库、水塘、养殖塘生态环境需水量分别占生态环境需水总量的 15% 和 2%。

由图 3 可知，双台子河口湿地最大生态环境需水量中 2000 年和 2005 年湿地各类生态环境需水量按大小排序为：生物栖息地需水量，植被需水量，土壤需水量，补给地下水需水量，水库、水塘、养殖塘生态环境需水量。其中前三者占总生态环境需水量的 86%。

综合图 1~3 可知，各类湿地生态环境需水量中，湿地植被需水量、土壤需水量和生物栖息地需水量为生态环境需水总量的主要组成部分，2005 年和 2000 年相比，土壤需水量减少最多，约为 0.092 亿 m^3 ，其次为植被需水量和生物栖息地需水量，补给地下水需水量和水库、水塘、养殖塘生态环境需水量变化很小或基本无变化。

从湿地生态环境需水总量的变化情况来看，2000 年湿地最小、最适合和最大生态环境需水量分别为 6.753 亿 ~ 8.319 亿 m^3 ，10.824 亿 ~ 14.698 亿 m^3 ，19.346 亿 ~ 22.203 亿 m^3 ；2005 年湿地生态环境需水量最小、最适合、最大值分别为 6.675 亿 ~ 8.198 亿 m^3 ，10.689 亿 ~ 14.523 亿 m^3 ，19.138 亿 ~ 21.962 亿 m^3 。2005 年湿地生态环境需水量比 2000 年减少了 1%。

从生态环境需水量的空间分布情况来看，由于苇田和水田的生态环境需水量种类丰富，且两者面积占湿地总面积比例较大，湿地生态环境需水量主要集中在苇田和水田上，2005 年和 2000 年相比，分布在苇田和水田上的生态环境需水量呈现减少的趋势。

综上，双台子河口湿地生态环境需水量 2005 年和 2000 年相比，趋于稳定但仍有减少的趋势。分析湿地生态环境需水量变化的原因，主要是受到当地对该区域不断开发的影响，特别是当地对石油的开采，2005 年双台子河口湿地油井的面积比 2000 年增加了 2%，采油机和输油管道等石油开采设施不仅占用了大量的湿地面积，输油管道泄露等原因还会造成湿地水质的污染，直接影响了湿地生态环境需水量。

另外，农业开发过程中农药、化肥污染以及生活污水的排放也会对湿地生态环境需水量造成影响，2005 年和 2000 年相比，水田和居民区面积虽有所减少，一定程度上缓解了湿地生态环境需水量的压力，但总体上仍未改变其减少的趋势。双台子河口湿地目前还存在着对湿地资源随意滥用，破坏湿地生态

环境等诸多问题，这些都是造成双台子河口湿地生态环境需水量减少的原因。

4 结 语

a. 按照湿地生态环境需水量的概念，将双台子河口湿地的生态环境需水量视为几个不同类型的湿地生态环境需水量之和，并将其划分为最小、最适合和最大 3 个等级，计算结果更有利于根据不同的管理目标对湿地水资源进行合理利用和灵活配置。

b. 利用 3S 技术提取双台子河口湿地土地利用类型和面积作为计算生态环境需水量的基础资料，根据双台子河口湿地生态环境需水特点选取适宜的计算方法，对其进行计算，得到双台子河口湿地 2000 年和 2005 年生态环境需水量的最小、最适合、最大值分别为 6.753 亿 ~ 8.319 亿 m^3 、10.824 亿 ~ 14.698 亿 m^3 、19.346 亿 ~ 22.203 亿 m^3 和 6.675 亿 ~ 8.198 亿 m^3 、10.689 亿 ~ 14.523 亿 m^3 、19.138 亿 ~ 21.962 亿 m^3 。

c. 计算双台子河口湿地 2000 年和 2005 年的湿地生态环境需水量，可以反映出湿地生态环境的变化情况。分析结果表明，双台子河口湿地的生态环境趋于稳定但仍有所退化。研究双台子河口湿地生态环境需水量可为该区域的湿地保护提供依据。

参考文献：

[1] 崔保山,杨志峰. 湿地生态环境需水量等级划分与实例分析[J]. 资源科学,2003,25(1):21-28.
[2] 刘昌明,王会肖. 土壤-作物-大气界面水分过程与节水调控[M]. 北京: 科学出版社,1999:110-181.
[3] 崔保山,杨志峰. 湿地生态环境需水量研究[J]. 环境科学学报,2002,22(2):219-224.
[4] 李加林,赵寒冰,刘闯. 辽河三角洲湿地生态环境需水量变化研究[J]. 水土保持学报,2006,20(2):129-135.

(收稿日期:2009-05-26 编辑:高渭文)

