

6131(2)

461-468

# 黄河三角洲生态环境的 评估和预警研究

许学工

(北京大学城市与环境学系, 北京, 100871)

X171

A

**摘要** 应用生态环境交错带理论分析了黄河三角洲的生态环境, 对道夫尼尔计算人对地理环境作用的方法进行修正, 提出了“环境潜在指数( $E$ )”求算公式, 然后运用此公式对黄河三角洲的生态环境进行了现状评估和预警研究。

环境生态学

**关键词** 黄河三角洲, 生态环境交错带, 评估, 预警, 环境潜在指数( $E$ )。

## STUDY ON EVALUATION AND PRE-WARNING OF ECOLOGICAL ENVIRONMENT IN THE YELLOW RIVER DELTA

Xu Xuegong

(Department of Geography, Beijing University, Beijing, 100871)

**Abstract** This paper analyses ecological environment in the Yellow River Delta by applying ecotone theory and puts forward a formula of environment potential index( $E$ ) to measure environmental quality. Then, the formula is used to do evaluation and pre-warning of present ecological environment in the Yellow River Delta.

After calculating  $E$  Values of Dongying's west City, East City and 92 rural and town regions, The evaluation result shows that the general environmental quality is good at present and there is still more potential environmental capacity in the Yellow River Delta, which is favourable for development and construction on a large scale. But the situation of environmental quality is not balance. Some pre-warning should be given to six places which account for 6.4% of the area and mainly are city, oil-field concentrating districts, county towns beside the Yellow River and the district of the Yellow River mouth.

This paper also puts forward environment measures. The Yellow River Delta region is ecotone and more backward, and it is faced with dual tasks of developing economy and protecting environment. Only make the economic-social-ecological benefits integration, can the region gain sustainable development.

• 收稿日期: 1994-04-28, 修改稿收到日期: 1995-10-20。

**Key words:** the Yellow River Delta, ecotone, evaluation, per-warn, environment potential index ( $E$ ).

黄河三角洲具有丰富的自然资源,正处于大规模综合开发的前夜,但是生态环境脆弱是它的一个突出弱点,也是区域开发的一个重要限制因素。在区域开发和持续发展研究中要解决的问题是:生态环境脆弱的原因,环境质量和潜力的度量指标,目前黄河三角洲的环境质量如何,在哪些地方需要给予预警,以及应当采取的环境对策等等。本文即对以上问题进行初步探讨。

### 1 生态交错带的脆弱性

现代生态学认为,在生态系统中,凡处于两种或两种以上的物质体系、能量体系、结构体系、功能体系之间所形成的“界面”,以及围绕该界面向外延伸的“过渡带”的空间域,即称为生态环境交错带。因为这种交错带一般都较脆弱,所以也有人直接称为生态环境脆弱带<sup>[1]</sup>。

根据“界面”理论,生态环境“脆弱”的特征,可以表达如下:

- (1) 可被代替的概率大,竞争的程度高;
- (2) 可以恢复原状的机会小;
- (3) 抗干扰的能力弱,对于改变界面状态的外力,具有相对低的阻抗;
- (4) 界面变化速度快,空间移动能力强;
- (5) 非线性的集中表达区,非连续性的集中显示区,突变的产生区,生物多样性的出现区。

生态交错带有3种存在的方式,即点、线、带3种状态。从宏观的角度去认识,象城乡交接带,干湿交替带,农牧交错带,水陆交界带、森林边缘带、沙漠边缘带、梯度联结带等都是生态交错带,一般也都是生态环境脆弱带。

用这种理论来分析黄河三角洲的生态环境不难看出,各种生态系统的交错及其脆弱性表现得特别突出。这里宽阔的海岸带是陆地生态系统和海洋生态系统的交错带,由于黄河淤积和摆动,海岸带频繁前进或蚀退,呈现不稳定的特征,每遇风暴潮,便淹没草场农田,造成土地盐渍化;河口是淡水生态系统和海水生态系统的交错点,巨大的拦门沙阻止水流的顺畅和河海通航,而陆地河流也带来大量营养盐类或排放污水废物,对海洋生物施加利弊不同的影响;陆地生态系统与淡水生态系统交接,象宽阔的黄河滩地,坑塘水库的边缘等,黄河为“悬河”,一旦溃决则会对两岸人民生命财产和油田建设造成不可估量的损失;农田、草地、湿地生态系统相互交错,三角洲成陆时间晚,土地发育不稳定,肥力易衰退,不合理的耕作农垦和滥牧极易破坏植被,引起土地的盐渍化和沙化;城市郊区是城市生态系统与农村生态系统的交接带,有错综复杂的物质转移和能量流动,三角洲的中心城为崛起的矿区城市,正在扩张和建设之中,城乡过渡带的时空变化,表现出十分迅速和不稳定的特征;遍布三角洲的油田矿区成为被其周围环境生态系统所包容的“生态脆弱点”,在生产加工原油的同时也成为不同级别的污染源,造成环境的恶化。以上种种生态环境的脆弱部位错综复杂地交织于黄河三角洲,而每一项都表现得十分突出,所以导致了黄河三角洲总体环境的脆弱性。

当然,生态环境脆弱带本身,并不等同于生态环境质量最差的地区,也不等同于自然

生产力水平是低的地区,只是在生态环境改变的速率上,在抵抗外部干扰的能力上,在生态系统的稳定性上,在相应于全球变化的敏感性上,包括在资源竞争、空间竞争的程度表现出其脆弱的一面。而另一方面,许多生态系统交错带是生物物种复杂、活跃和高产的区域,所以,任何开发较好的河口三角洲都充分利用这种边缘效应来改造自身生态系统为合理的人工生态系统,力图制造更丰富、更高的生物生产力,以全面发展三角洲地区的农林牧渔业和改善城市生态环境,长江、珠江三角洲和世界上许多大河三角洲的发达繁荣就是例证。

## 2 生态环境质量和潜力的度量

生态环境与持续发展是以人地关系作为研究的基点,世界发展到今天,纯粹自然的生态环境几乎已不存在,人类活动总是对生态环境实施着越来越大的干预,这种干预有时是直接的,更多的时候是间接和潜在的。如果这种干预处于一种非理智的、不清醒的和无远见的状态,那么对地理环境的危害要甚于纯自然扰动的千百倍。例如在生态环境脆弱带上的掠夺性开发,虽然制造了某种眼前利益,但却成为持续发展的大害,人类最多收获的是自然报复的苦果。所以,当今生态环境质量,必须考虑人类的作用与影响。

以色列希伯莱大学的道夫尼尔在 1985 年提出,运用发展度和感应度测量和计算人对地理环境的作用<sup>[2]</sup>,他建议使用城市人口百分比表达发展度,使用文盲人数的百分比表达人对自然演替缺乏知识的感应度,他所选择的参数,其内涵是显而易见的。进一步的统计分析表明,城市人口百分比与文盲人口百分比恰好是负相关,为了尽可能地做出有效的评价,用  $UP$  代表城市人口百分比,用  $DN$  代表文盲人口百分比,则  $(UP+DN)/2$  为一种社会指标,倘若该平均值低于 50%,则说明地理环境相对安全;如高于 50%,则说明人为的作用已经超过了地理环境的容忍度,长此下去,必然引起环境质量的下降,必须采取有效措施保护地理环境。

道夫尼尔仅仅考虑了社会因素和人文因素,这在地理环境中是不够的,只有综合考虑人文和自然因素,评价才全面。因此,在牛文元的《理论地理学》一书中,选用区域的气候和地形作为自然要素,对  $(UP+DN)/2$  进行订正,从而计算“人为影响地球环境的潜在指数  $M$ ”,并对 37 个国家的环境进行了预警性评价。

气候带和大地貌类型的指标只适用于宏观和大范围研究,在黄河三角洲的区域范围中,气候类型是一致的,地貌也均可归为平原类,用  $M$  指数度量则不能显示区域内部的差异。本文选用土地类型作为自然要素参与公式的订正,因为土地类型反映了中小尺度地质地貌、水文、土壤、植被、气候等所形成的自然综合体的特征,能够较全面地体现自然环境稳定或脆弱(易受损)的程度。另外,在黄河三角洲还应考虑石油和其他工业所造成的污染对环境的影响。

本文依据道夫尼尔和牛文元书中  $M$  指数求取的原理,提出环境潜在指数  $E$  的求取公式:

$$E = \frac{UP + DN}{2} \times \left( \sum_{i=1}^r A_i K_i + \sum_{j=1}^s B_j K_{vj} \right) \quad (1)$$

式中,  $UP$ ——城镇人口百分比(反映发展度);

$DN$ ——文盲人数百分比(反映对自然演替缺乏知识的感应度)

$K_i$ ——土地类型系数(反映自然环境脆弱度);

$K_0$ —污染系数(反映工业对环境的污染度);

$r$ —土地类型数,  $i$  为第  $i$  种土地类型;

$s$ —环境污染评价区数,  $j$  为第  $j$  个评价区;

$A_i, B_j$  分别为各类土地类型, 各个评价区的面积权重, 且  $\sum_{i=1}^r A_i = 1, \sum_{j=1}^s B_j = 1$ 。

仅以样本的个数来进行评价时, (1)式表达为

$$E = \frac{UP + DN}{2} \times \left( \sum_{i=1}^r K_{u_i}/r + \sum_{j=1}^s K_{v_j}/s \right) \quad (2)$$

对处在一个环境污染评价区内和某一种土地类型上的单位进行环境质量评价时, (2)式可表达为:

$$E = \frac{UP + DN}{2} (K_i + K_0) \quad (3)$$

有关环境系数, 按黄河三角洲区<sup>1)</sup>现有资料和已做的工作拟定如下(表1):

表1 环境因素  $K_i, K_0$  的分类、分区赋值

Table 1 Valuation of the environmental elements  $K_i$  and  $K_0$

土地类型系数 Coefficients of land type		污染系数 Coefficients of pollution			
土地类型 <sup>1)</sup> Kinds of land type	$i$	$K_i$ <sup>2)</sup>	环境污染评价区 <sup>3)</sup> Evaluating areas of environmental pollution	$j$	$K_0$
岗阶地 <i>Ground and terrace land</i>	1	0.2	徒骇河区 <i>Tuhsaihe area</i>	1	0.2
河成高岗 <i>River-making high land</i>	2	0.4	挑河区 <i>Tiaochhe area</i>	2	0.5
河滩地 <i>River flood plain land</i>	3	0.6	神仙沟区 <i>Shenxiangou area</i>	3	0.8
缓平地 <i>Flat land</i>	4	0.5	小岛河区 <i>Xiaodaohe area</i>	4	0.3
低洼地 <i>Depression land</i>	5	0.7	溢洪河、广利河区 <i>Yihonghe and Guanglihe area</i>	5	0.7
滩涂地 <i>Coast beach land</i>	6	0.8	支脉沟区 <i>Zhimaigou area</i>	6	0.5
			小清河、淄河区 <i>Xiaoqinghe and Zihe area</i>	7	0.7

注: 1) 据黄河三角洲土地研究<sup>[4]</sup>, 共分6大类38型; 按各类特征及进一步的土地质量评价<sup>[5]</sup>, 根据其脆弱程度定  $K_i$  值 ( $0 < K_i < 1$ ), 越易受损者, 数值越大。

2) 各种土地类型处于脆弱性不同的自然区划单元中,  $K_i$  数值相应加减 0.1。

3) 主要据中国科学院地理研究所和胜利石油管理局环境保护研究所做的石油污染环境评价结果<sup>6)</sup> 划分污染评价区, 并按各区污染程度赋予  $K_0$  值 ( $0 < K_0 < 1$ ), 污染越严重, 数值越大。

Notes: 1) According to my land study in the Yellow River Delta, the land of this region can be divided into 6 kinds and 38 types<sup>[4]</sup>. Considered their characteristics and evaluating results of land quality<sup>[5]</sup>, as well as their vulnerable degrees, the  $K_i$  valuation of every land types are given ( $0 < K_i < 1$ ). The more vulnerable the type, the larger the  $K_i$  valuation.

2) The  $K_i$  valuation is plused or minused 0.1 relevantly, according to the land type's location where belongs to a unit of physiogeographical regionalization with different vulnerability.

3) Mainly according to the environmental evaluating result of oil pollution made by the Institute of Geography of Chinese Sciences Academy and the Institute of Environmental Protection of Shengli Oil Management Bureau, the pollution areas are divided and the  $K_0$  valuation of every areas are given ( $0 < K_0 < 1$ ). The more serious the area pollution, the larger the  $K_0$  valuation.

1) 为开发管理方便, 国务院曾确认“黄河三角洲区”范围, 包括山东省东营市全部5个县区和滨州地区的沾化县和无棣县, 本文采用此区域概念。

(1) 式中  $\frac{UP+DN}{2}$  数值处于 0 与 1 之间, 而  $(\sum_{i=1}^n A_i K_{i1} + \sum_{j=1}^m B_j K_{j2})$  的极大值为 2, 但当其大于 1 时, 即加大前者的严重程度。因此, 参考道夫尼尔的评价标准, 此处规定: 如  $E > 0.5$ , 则说明生态环境已趋于恶化; 如  $E > 1$ , 则说明环境质量已达危险程度;  $E$  越小, 则生态环境越安全, 其可承受人类活动的潜力越大。

### 3 黄河三角洲区生态环境质量现状评估及预警

对黄河三角洲区的东营市西城、东城及 92 个乡(城)镇(包括县区级城镇)的  $UP$ 、 $DN$  和加权后的  $K_{i1}$ 、 $K_{j2}$  进行调查和统计, 得到以下分布曲线:(图 1)。

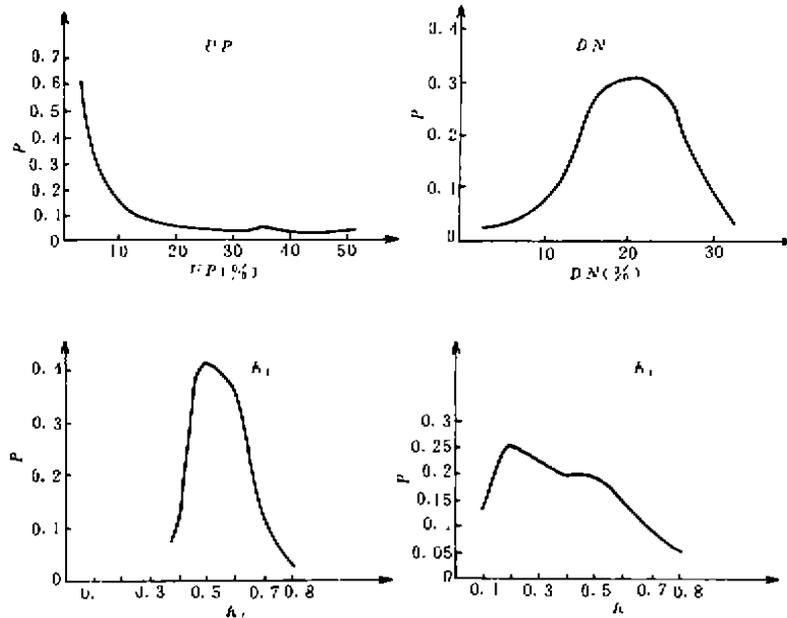


图 1  $UP$ 、 $DN$  及加权后的  $K_{i1}$ 、 $K_{j2}$  的分布曲线

Fig. 1 The distribution curves of  $UP$ 、 $DN$  and  $K_{i1}$ 、 $K_{j2}$  after weighted

从以上分布曲线可知, 区内乡镇中城市人口百分比  $UP < 5\%$  的概率达 0.6, 除少数中心城镇  $UP$  可达  $40\% \sim 50\%$  外, 全区城市化水平低, 属于待发展地区; 区内文盲人数百分比接近正态分布, 多数乡镇  $DN$  在  $15\% \sim 25\%$ , 对自然演化缺乏知识的感应度还较差; 按乡或城镇为单位进行面积加权后的土地类型系数  $K_{i1}$  集中在  $0.4 \sim 0.7$  之间, 说明中等偏差的土地较多, 自然环境较脆弱; 从污染系数  $K_{j2}$  的分布看, 虽然有一些污染严重的地方, 但  $K_{j2}$  主要集中于  $0.2 \sim 0.6$  之间, 大部分地区处于低污染或中污染状况。

以 94 个乡(城)镇为评价单元, 采用本文所提出的公式计算生态环境潜在指数  $E$  值, 所得结果统计如下:(表 2)

\* 中国科学院地理研究所, 胜利石油管理局环境保护研究所等, 沿海油田污染源调查和石油污染物入海通量的环境影响评价, 1991。

表 2 黄河三角洲区环境潜在指数  $E$  值计算结果统计Table 2 Result statistics of calculating  $E$  values of the Yellow River Delta

分级指标	Grade index	评价结果 Evaluation result	
$E$ 值的范围	环境质量等级 Grades	乡(城)镇的个数	所占百分比(%)
Limits of $E$ values	of environmental quality	Amount of rural (urban) area	Percentage
< 0.1	1	7	7.4
0.1~0.19	2	47	50
0.2~0.29	3	26	27.7
0.3~0.39	4	8	8.5
0.4~0.49	5	5	5.3
$\geq 0.5$	6	1	1.1

将评价结果落实于地图上, 给出黄河三角洲环境质量(潜在容量)现状图(图 2):

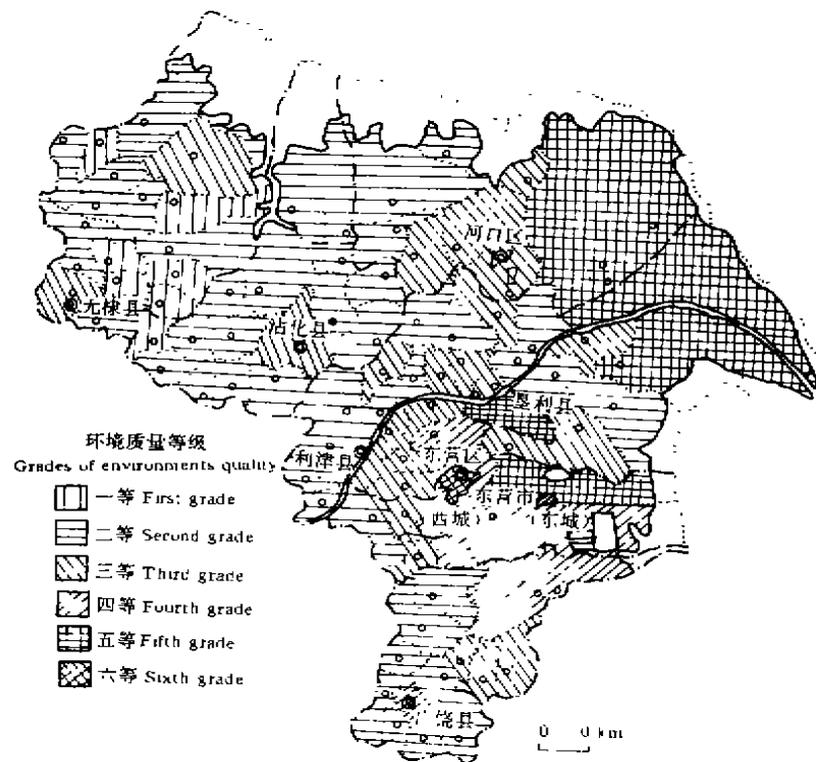


图 2 黄河三角洲区环境质量(潜在容量)现状图

Fig. 2 Present situation map of the environmental quality (Potential capacity) in the Yellow River Delta region

根据  $E$  值计算结果和分布情况, 可以得出以下结论:

(1)  $E > 0.5$  的有一处, 即东营市西城 ( $E = 0.52$ ), 此外人类活动已开始引起环境质量的下降, 必须采取坚决和全面的措施, 才能制止环境的进一步恶化。

(2)  $0.4 \leq E < 0.5$  的有 5 个城(乡)镇或地区, 它们是: 胜利镇 (0.48), 孤岛办事处

(0.45), 垦利县城(0.42), 新安乡(0.41), 利津县城(0.40)。其中胜利镇和孤岛办事处所辖地区为胜利油田黄河南北的主要油区集中地; 垦利县城和利津县城为黄河两岸的两个县城; 新安乡为黄河入海口所在地区。它们或是因为石油工业发展造成环境污染; 或是处在古老县城向现代城镇转变过程中, 新兴的地方工业和建筑设施纷纷上马、处于无序状态、对地理环境产生了很大扰动; 或是本身环境容量小, 象黄河入海口的亚三角洲生态十分脆弱, 目前的人类活动足以对环境造成威胁, 必须及时采取保护措施。对于以上5等和6等的地区, 应该提出环境预警。

(3) 其他地区环境质量尚好。其中, 3等和4等, 即  $0.2 \leq E \leq 0.4$  的乡镇占36.2%, 主要分布在黄河以南广大油区和黄河北的河口区及辛河公路沿线, 再就是几个县城所在地。这些地方在石油工业或地方工业的影响下, 人类活动对天然环境产生了一定的扰动, 但不严重。

(4) 占全区57.4%的乡镇环境质量相当不错。这些乡镇主要以农业为主, 保持着田园风光或原始状态, 地理环境受现代经济干扰少, 其中广饶县南部的山前平原地带经济水平较高, 但以农业为主, 且生态环境比较稳定, 还有很大的潜在容量。北部古代黄河三角洲区、基本是传统的农业经营, 人类活动基本没有造成对地理环境的破坏性干扰, 但也反映了这一带经济处于落后状况。

通过以上分析, 可以认为,  $E$  值所计算的结果符合黄河三角洲的实际情况。

如果以县区为单位计算  $E$  值, 所得结果及顺序是: 东营区(0.46), 河口区(0.37), 垦利县(0.27), 广饶县(0.22), 利津县(0.21), 沾化县(0.16), 无棣县(0.13)。而整个黄河三角洲区的环境潜在指数  $E$  值为0.25。

#### 4 区域开发与持续发展的环境对策

以上旨在寻求一种可以定性与定量相结合地表达生态环境质量及容量的方法。 $E$  值越大, 说明其环境质量越差, 越接近环境容量的限度;  $E$  值越小, 说明其地理环境受破坏越少, 环境还有很大的潜在容量。从上述计算结果及其分析可以看出, 黄河三角洲的环境质量总体状况是好的, 还有较大的潜在环境容量, 这对进行大规模开发、安排新的建设项目是一个有利条件。但是区内环境质量状况是不平衡的, 在区域开发中要采取以下几方面的环境对策。

**4.1** 胜利油田的三废排放要经过处理。目前神仙沟、溢洪河、广利河严重污染, 直接影响流域及海域的生态环境。对油田集中地区必须切实抓好环境的监测和治理, 尤其孤岛滩海地区和黄河南胜利镇一带环境质量较差, 必须引起警惕。

**4.2** 搞好城市生态环境建设。黄河三角洲的城镇多属于崛起式或自由发展, 各种功能区交错分布、地下地上管道纵横交织, 生活垃圾、工业废弃物及各种噪声混杂, 微尘悬浮率超标。今后在新城建设和油城改造上必须搞好规划, 统一供电、供热、供水等市政措施, 增加绿地, 搞好环境治理, 逐渐改变郊区的混乱状况。

**4.3** 目前农村乡镇和村办企业发展不平衡, 有的地方已具规模, 有的地方还未起步, 但今后这是一个发展趋势。无论哪一成长阶段的乡镇企业, 都应注意在发展经济的同时要有环保观念, 不能只顾眼前利益而造成环境污染的灾难。

**4.4** 要改变黄河三角洲土地利用方面不良的传统习惯, 如广种薄收、随黄河尾间“游垦”等, 特别对生态环境潜在容量小的重点地区, 如现代黄河三角洲, 农田、草地、湿地的交错

带等,要加强保护措施。如切实搞好黄河口国家级自然保护区的管理,严禁滥垦滥牧,防止破坏自然植被而引起生态环境的退化等。

4.5 加强教育和环境意识的普及,降低文盲和“科盲”的比率,提高人口素质和社会文明程度,使黄河三角洲的开发减少盲目性,增加科学性,逐步形成一种“人-地”协调的良性循环。

总之,国土整治与区域管理,自然改造与环境保护,要特别关注“生态环境脆弱带”。而一切待开发区,后发展地区都面临着发展经济与环境保护的双重任务<sup>[5]</sup>。黄河三角洲的开发应谨防两种倾向:一种倾向是以牺牲环境为代价谋求区域开发的经济利益,另一种倾向是以消极地保护环境停滞区域开发与生产。应该使综合开发的规模与环境容量相适应,求得经济效益、社会效益、生态效益的统一。关于本区生态环境的评估和预警性研究及区内环境质量的差异可以成为今后区域规划和重大项目布局的依据,而开发与整治保护相结合,因地制宜,防灾保产,才能保证持续发展,充分发挥区域的生产潜力。

### 参 考 文 献

- 1 牛文元. 生态环境脆弱带 ECOTONE 的基础判定. 生态学报, 1989, 9(2): 97~105
- 2 牛文元. 理论地理学. 北京: 商务印书馆, 1992. 898~902
- 3 许学工. 黄河三角洲土地类型及其开发利用. 自然地理学的回顾与进展. 北京: 测绘出版社, 1993. 174~180
- 4 许学工. 黄河三角洲土地质量模糊综合评价. 自然资源学报, 1992, 7(1): 43~54
- 5 David pearce, Edward Barbier, Anil Markandya. *Sustainable Development, Economics and Environment in the Third World*. Edward Elgar Publishing company, 1990