文章编号:1000-0690(2000)03-0218-06

# 长江三角洲地区土地资源开发强度评价研究

周炳中, 包浩生, 彭补拙

(南京大学城市与资源学系,江苏 南京 210093)

**摘要**:研究了土地资源高强度开发与长江三角洲地区开发强度评价问题,运用理论阐释与定量分析评价,指出土地开发强度的内涵并提出相应的量度方法,界定了"土地资源高强度开发"的科学定义,揭示出长江三角洲地区土地开发利用在国内层面属于高强度开发,而与国外典型地区相比则属于低强度开发。提出长江三角洲地区土地高强度开发的对策在于改善开发技术与人文环境,强化区域内部低强度单元的开发强度,坚持综合、高效、持续性三结合原则开发利用水土资源,并强调利用与整治并重。

**关 键 词**:土地资源;高强度开发;长江三角洲地区

**中图分类号**:F301.3 **文献标识码**:A

自从80年代末提出可持续发展以来,人们对支撑社会、经济可持续发展的物质基础——土地的关注更多了,土地可持续利用被视作实现可持续发展的重要途径之一而成为资源科学的重要研究课题。土地开发利用强度是土地利用现状的综合反映、未来可持续利用的出发点,土地开发利用强度的评价研究成为土地可持续利用研究的基础。因此界定土地开发利用强度的概念内涵,建立科学的强度评价指标体系并提出适宜的评价方法是十分必要的,既为土地可持续利用研究提供参考,也从综合评价的分析研究中发现土地开发利用的缺陷与不足,为区域土地可持续利用实践制定相应的科学对策提供依据。本文选择我国人口密集、经济发达、人地关系紧张的长江三角洲作为研究对象,在国家自然科学基金资助下开展这一评价研究。

## 1 土地资源开发强度的内涵及其量度

有史以来,人类就与自然资源、尤其是土地资源存在着密不可分的依存关系。为了自身的生存与发展,人类通过劳动从资源中获取原始的生活资料与生产资料,不断实践着对资源的开发利用活动。土地资源状况,包括土地的质量、数量以及地表景观在开发活动下发生相应变化,并将其变化反馈给人类社会。衡量开发活动的频度、速率、规模大小,资源变化程度以及资源反馈效应状况的尺度,我们称之为"开发强度"。"开发强度"是一个含有多层次结构、多元要素的复杂概念(图1)。

开发条件是资源开发强度得以实现的前提,是历史过程中资源开发强度的效果累积,对当前资源开发强度的性质产生影响。开发程度是开发强度的主要内涵,包括资源开发规模、开发深度与开发利用频度。开发的目标是获取开发效益,尤其是社会、经济、生态三种效益的综合平衡与协调。如果开发效益低下或仅能获得某种效益而破坏、失去其它效益,这种开发只会在低层次徘徊或出现由高层次向低层次的逆向变化。人类与资源之间存在着双向的相互作用关系,资源对人类的开发行为做出反馈,有利于人类的正反馈或不利的负反馈。尽管在开发实践中,负反馈难以避免,但"开发强度"的内涵要求将开发行为规范在"引起尽可能小的负反馈"这一框架内。要求引起的负反馈效应与所获得的效益相比是极其小的,要求负反馈效应不超出人们在现有经济条件与技术水平下解决这一问题的能力。由此可知,类似于黄土高原那样的土地利用决非强度开发利用。此外,开发强度还需要对由负反馈带来的资源环境问题的治理力度给予评价。治理力度与资源

**收稿日期**:1999-11-05; **修订日期**:2000-03-23
**基金项目**:国家自然科学基金重点资助项目(批准号 49831070)。
**作者简介**:周炳中(1959-),男,博士,副教授,主要从事资源学、环境学研究。E-mail:linren@nju.edu.cn

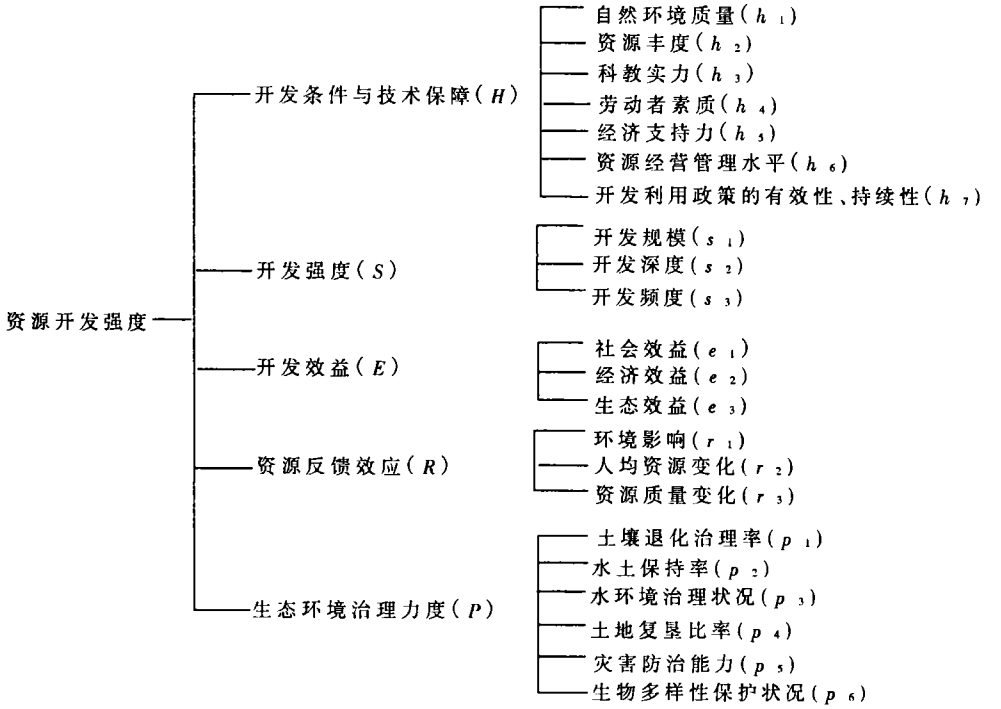


图1　资源开发强度概念框架体系

Fig.1　Concept structure system about resources exploitative intensity

环境问题的差距构成未来资源开发的风险,治理力度成为衡量资源开发能否保持可持续性的重要指标。

"开发强度"也是一个具有空间含义的相对比较概念。在特定的时期,衡量某一空间区域开发强度的大小,需要另一类似的区域作参照,即开发强度大小是在一个更大空间范围内若干单元区域之间相互比较的结果。"开发强度"又是一个具有时间意义的动态概念,随着时间演变,人类对自然的认识在不断深化,开发利用资源的能力不断增强,开发强度必然发生变化,呈逐步加大趋势。今日的开发强度是过去动态变化的结果,又是未来变化的起始。从理论上说"开发强度"具有在时间标尺上的可量度性,空间尺度上的可比较性。

从数学计量的角度理解,开发强度也是单位土地面积上各开发要素加权的总量。

假定研究地区为给定的空间单元 $\alpha_i$,且其隶属于与之密切相关的大区域 $A$,$A$ 是由 $m$ 个性质不同但又具有有机联系、相互融合的 $\alpha_i$ ($i = 1, 2, 3 \ldots\ldots m$)所组成的空间大区域。选取给定的空间单元 $\alpha_i$ 为大区域 $A$ 内土地开发利用强度比较的基本分析单元。引入开发强度指数概念,并定义为:

$$I_i = W_i / \overline{W} \qquad (i = 1,2,3 \ldots\ldots m)$$

式中　$I_i$ 为第 $i$ 单元强度指数,$m$ 为单元数。$W_i$ 为第 $i$ 单元开发强度,$W$ 为大区域 $A$ 内所有各评价单元开发强度 $W_i$ 的平均值。

$$\begin{aligned} W_i &= \xi_h H_i + \xi_s S_i + \xi_e E_i + \xi_r R_i + \xi_p P_i \\ &= \sum_{i=1}^{7} \xi_{hj} H_{ij} + \sum_{i=1}^{3} \xi_{sj} S_{ij} + \sum_{i=1}^{3} \xi_{ej} E_{ij} \\ &\quad + \sum_{i=1}^{3} \xi_{rj} R_{ij} + \sum_{i=1}^{6} \xi_{pj} R_{ij} \end{aligned}$$

式中　$H_i$, $S_i$, $E_i$, $R_i$, $P_i$ 以及与之相对应的 $\xi_h$, $\cdots\xi_p$,分别为 $i$ 单元各要素的计算值及其权重(权重采用 AHP 法给出)。$H_{ij}$, $S_{ij}$, $E_{ij}$, $R_{ij}$, $P_{ij}$ 以及与之对应的 $\xi_{hj}\cdots\xi_{pj}$ 分别为 $i$ 单元因子值及其权重。开发强度指数所表达的地理学意义是:

$I<1$　　低强度开发;

$I=1$( 或其值附近)　　中等强度开发;

$I>1$　　高强度开发。

由此可知,高强度开发是指在一定时期和特定空间区域内施加于单元土地面积上相对于其它区域单元更为强烈的人类活动行为、结果以及土地反馈效应强度的综合现象与过程。

## 2 长江三角洲土地资源开发利用的背景与条件

长江三角洲地区指邵伯湖、通扬运河以南的江苏南部，上海市以及千岛湖-象山港连线以北的浙江北部地区，面积 99 530 $km^2$，人口 7 371 万，是我国经济最发达地区。

### 2.1 自然条件优越，土地生产力高

长江三角洲地处亚热带北部，光、热、水分均较充足，且热量与降水季节配合较好。河湖分布十分密集，尤其是太湖水系具有很大的调蓄功能，干旱年份有长江作为水资源的补给来源，赋予三角洲农业能旱涝保收、长期稳定发展的优越自然基础。地带性土壤多为黄棕壤与部分黄红壤，经人类长期利用改良，大部分属于结构性好、养分含量丰富的高产土壤。地貌以平原为主体，适于现代化农业的发展。

### 2.2 具有良好的社会、经济人文环境

长江三角洲土地开发历史悠久，素有鱼米之乡、丝绸之府的美誉。迄今，以上海为核心的长江三角洲是中国经济最发达区域。1995 年，三角洲地区 GDP 达 8 835 亿元，占全国的 15.74%，人均 GDP 是全国的 254%，单位土地综合生产力高达 950 万元/$km^2$，是全国平均水平的 15 倍[1]。城市分布高度密集，包括上海在内的特大、大中小型城市 54 个。形成沿沪宁、沪杭甬沿线密集的巨型城市带。城镇人口已占区域总人口的 50%。区内人口密度高达 740/$km^2$ 之多。文化教育发达，人口素质较高[2]。

## 3 长江三角洲地区土地资源开发利用强度评价

### 3.1 不同空间层面的评价及其单元选取

考虑评价的科学性与实用性，将包含长江三角洲地区及其内部更小单元在内的不同尺度空间划分为三个层面：全球、全国和区域。

三角洲地区水资源丰富、土地肥沃、地形平坦、海陆兼备、交通便利、人口密集、经济发达、开发历史悠久，与同一尺度空间内其他自然地区或单元相比，无疑具有相对较高的开发强度，这是三角洲地区的共同特性，具有较强的可比性。因此选取三角洲地区或其内部更小区域作为本评价的参评单元。

### 3.2 单元评价内容与指标体系

资源开发强度概念体系为评价提供了基本依据。开发条件与技术、开发强度、开发效益、资源反馈效应和生态环境治理力度是单元评价的主要内容。根据科学性、相关性、可操作性原则，在强度概念框架内提出适宜的评价指标体系(表 1，图 2)。

表 1 单元开发强度评价指标体系

Table 1 Indicators of exploitative intensity of evaluative unit

| 因 素 | 权 重 | 因 子 | 权 重 |
|---|---|---|---|
| 开发条件与技术 ($H$) | 15.47 | 人均耕地面积($hm^2$/人) | 20.51 |
| | | 人均可用水资源量($m^3$/人) | 16.75 |
| | | 大专以上学历人数占总人数比例(%) | 18.16 |
| | | 人均国内生产总值(亿元) | 25.23 |
| | | 土地资源规划管理水平(评分) | 19.35 |
| 开发程度 ($S$) | 31.54 | 耕地垦殖率(%) | 28.51 |
| | | 非农用地占土地面积比率(%) | 22.48 |
| | | 复种指数(%) | 25.12 |
| | | 土地利用率(%) | 23.89 |
| 开发效益 ($E$) | 27.76 | 单位面积耕地粮食产量(kg/$hm^2$) | 34.76 |
| | | 土地综合生产力(万元/$km^2$) | 39.82 |
| | | 城乡人均收入增长率(%) | 25.42 |
| 资源反馈效应 ($R$) | 13.39 | 人均耕地变化率(%) | 31.26 |
| | | 人均占有水量变化率(%) | 23.10 |
| | | 土地质量变化趋势(评分) | 26.03 |
| | | 自然灾害频率变化(%) | 19.61 |
| 生态环境治理力度 ($P$) | 12.84 | 三废处理率(%) | 31.91 |
| | | 水土保持率(%) | 35.27 |
| | | 除涝、治水、治碱面积变化率(%) | 32.82 |

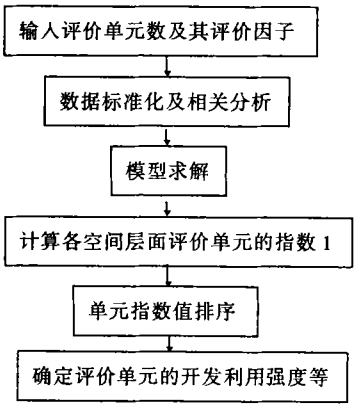


图 2　单元开发利用强度计算框图

Fig.2　Chart of calculating exploitative intensity of unit

### 3.3　数据处理与权重确定

以已有的 1985 年、1990 年、1995 年联合国、世界银行以及中国国家、省市统计资料为主,结合其他相关的统计观测、调查数据以及以往相关的科学研究成果进行分析、筛选,建立了反映不同尺度空间单元、不同时期土地资源开发利用强度的数据库[3~13]。各评价要素及其因子的权重采用 AHP 法给出。采用给定计算模型,编制出相应运行程序,经由计算机处理并输出结果。

### 3.4　评价结果与分析

通过运算,得到各单元要素及其综合评价值的空间序列与时间系列输出(表 2)。

1)长江三角洲的土地开发在国内层面属于高强度开发,国内层面的评价结果表明,长江三角洲地区开发强度指数 $I=1.38$,且在国内层面 $I$ 值序列中位居首位,其强度等级属于高强度,主要体现在具有相对优越的开发条件与技术,人均国内生产总值与大专以上人才比例两项指标分别是其他参评单元的 1.2～5.8 倍,1.5～8.6 倍。土地资源开发程度高,土地利用率、耕地垦殖率等项指标均超出其它单元 5%～89% 不等。开发效益相对较高,是其它各单元的 1.1～6.2 倍。环境治理力度大,对于资源环境的负反馈效应具有较强的干预与补偿能力。

2)长江三角洲土地资源的开发利用强度存在明显的内部差异性,将长江三角洲地区大致划分为上海、苏锡常 、杭嘉湖、宁镇扬等四个小单元,进行区域内部开发强度的分析评价。结果表明,开发强度最大的是上海市,强度指数 $I$ 达 1.70。苏锡常地区强度指数接近 1,其土地开发等级属于中等强度。杭嘉湖和宁镇扬地区 $I$ 值均远小于 1,属低强度开发地区。其次,各小单元开发强度的差异过大。苏锡常地区与核心区上海之间,其 $I$ 值之比达 1:1.81,杭嘉湖、宁镇扬地区与之相比更为悬殊,分别达到了 1:2.30 和 1:2.58。这充分说明低强度及一般强度开发地区尚有较大的潜力可以挖掘,改善、加强土地资源开发利用的余地较大。

**表 2　不同空间层面单元综合评价输出表**

Table 2　Integrative evaluation of unit in various scales

| 空间层面 | 评价单元 | 代号 | $H$ 值 | $S$ 值 | $E$ 值 | $R$ 值 | $P$ 值 | $W_i$ 值 | 标准化值 | $I$ 值 | 位次 | 附录(2) 1985 年 | 附录(2) 1990 年 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 全国 | 长江三角洲 | Y | 0.96 | 0.98 | 0.92 | 0.81 | 0.89 | 87.65 | 100.00 | 1.38 | 1 | 1.19 | 1.25 |
| | 珠江三角洲 | P | 0.93 | 0.90 | 0.89 | 0.74 | 0.78 | 83.77 | 91.84 | 1.21 | 2 | 0.82 | 1.01 |
| | 黄河三角洲(1) | Ye | 0.60 | 0.63 | 0.49 | 0.53 | 0.58 | 57.08 | 63.89 | 0.88 | 3 | 0.80 | 0.86 |
| | 辽河三角洲 | L | 0.38 | 0.32 | 0.23 | 0.29 | 0.47 | 31.56 | 40.31 | 0.43 | 4 | 0.51 | 0.40 |
| 区域 | 上海市 | Sh | 0.98 | 0.99 | 1.00 | 0.91 | 0.96 | 97.03 | 100.00 | 1.70 | 1 | 1.42 | 1.56 |
| | 苏锡常地区 | So | 0.60 | 0.71 | 0.43 | 0.45 | 0.50 | 56.11 | 55.45 | 0.94 | 2 | 0.69 | 0.89 |
| | 杭嘉湖地区 | H | 0.55 | 0.60 | 0.34 | 0.39 | 0.41 | 43.03 | 43.78 | 0.74 | 3 | 0.73 | 0.70 |
| | 宁镇扬地区 | N | 0.51 | 0.57 | 0.30 | 0.37 | 0.39 | 39.11 | 39.52 | 0.66 | 4 | 0.62 | 0.54 |
| 全球 | 莱茵河三角洲 | Na | 0.98 | 0.99 | 1.00 | 0.97 | 0.96 | 98.99 | 100.00 | 2.16 | 1 | 1.91 | 2.01 |
| | 长江三角洲 | | 0.27 | 0.26 | 0.20 | 0.30 | 0.18 | 23.01 | 23.15 | 0.50 | 2 | 0.60 | 0.57 |
| | 尼罗河三角洲 | Ne | 0.17 | 0.11 | 0.13 | 0.19 | 0.13 | 15.18 | 15.89 | 0.33 | 3 | 0.42 | 0.35 |

(1)指开发利用强度较高的天津及其邻近的河北部分等由 26 个区县组成的老黄河三角洲;(2)附录中 1985 年、1990 年仅列 $I$ 值,略去其他各项。

3)与国外典型地区相比,长江三角洲地区的开发利用态势是强弱并存,弱度突出,开发利用有待大辐度改善提高。相对于尼罗河三角洲地区而言,长江三角洲地区各项指标均具有优势,其优势值(同一指标值之差)从 0.07～0.17 不等,强度指数 $I$ 值也较大,二者之比达 1:1.55。与莱茵河三角洲相比,

长江三角洲各评价指标值存在太大差距，指标差$\triangle R(R_{莱}-R_{长})$最小为0.67，最大差$\triangle E$达0.80，强度指数$I$值之差也高达1.66。在综合评价中长江三角洲定为低强度(弱度)开发，相对于莱茵河三角洲的高强度开发，其弱度十分突出。

4) 强度指数的动态变化，单元间强度差逐步增大。分析各评价单元强度指数$I$值时间序列的变化可以发现，各空间层面，单元强度指数曲线由集中趋于分散，指数差(两指数在纵坐标上的数值差)由小变大。表明各单元强度化的进程不同、快慢有别。在国内层面(图3)，长江三角洲地区的强度指数呈逐步增大趋势，与黄河、辽河三角洲的指数差不断增大，但与珠江三角洲之间的差距逐步缩小；全球层面(图4)，与尼罗河三角洲指数差变化不大，但与莱茵河三角洲的差距急剧扩大。说明长江三角洲地区土地资源开发利用强度化的进程比国内多数地区要快一些，但不及珠江三角洲，更落后于西方发达的三角洲地区。区内单元指数差异亦较明显(图5)。

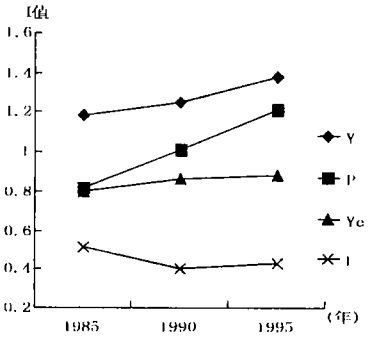


图3 国内单元强度指数动态变化

Fig.3 Change of unit intensity indices in country

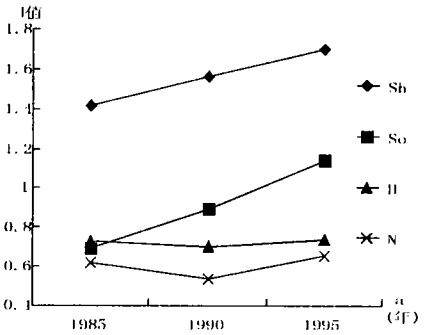


图4 全球层面单元强度指数动态变化

Fig.4 Change of unit intensity indices in the world

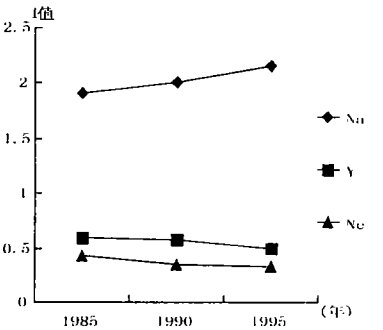


图5 区内单元强度指数动态变化

Fig.5 Change of unit intensity indices in region

## 4 长江三角洲地区土地高强度开发利用对策

### 4.1 改善技术与人文环境，强化土地开发驱动力

归根结底，推进区域土地高强度开发利用，需要系列技术与社会经济基础做有力支撑。长江三角洲土地开发强度优于国内其他区域而劣于莱茵河三角洲，根本的差别就在于此。从长江三角洲的实际出发，目前应采取措施，加大教育与科研投入，努力培养更多的高层次人才和提高全社会劳动力素质，强化开发指数研究，创新开发技术体系；加强国土开发总体规划的研究、编制，确保土地开发科学化、持续化，重视区域开发的基础设施建设。这是当前应该也是能够做到的。

### 4.2 重视区域平衡发展，提高三角洲总体开发强度

区域国土开发强度存在差异在所难免，但差异持续扩大，就会严重影响总体开发强度和区域总体发展水平。杭嘉湖、宁镇扬均具有一定的自然资源基础和良好的人文环境条件，有一定的人才优势，区位条件好，南京、杭州两大城市皆为三角洲地区重要的经济中心。充分利用现有条件，采取有效措施加大这些弱度开发单元的开发利用力度，缩短与上海高强度单元的差异，是提高三角洲整体开发强度的重要对策之一。

### 4.3 水土资源开发与整治并重，部分与整体兼顾

水土资源的开发利用与整治相辅相成，缺一不可，且开发与整治应从长计议，从部分入手、又着眼于区域总体。长江三角洲水土资源利用程度，整治力度不够，抗灾能力低，水土资源的开发利用受行政单元制约，缺乏整个三角洲地区的统一规划与协调。必须在加强水土资源开发利用力度的同时，加大整治力度，扭转水土资源因重用轻养及污染而引起的质量下降趋势。下大力气进行三角洲的水系整治，包括整治长江的塌岸和淤积以及江岸防洪、河口航道疏浚等问题，加紧太湖流域的治理工作，协调解决好太湖洪水出路问题，整治好包括运河在内的各内河航道。

### 4.4 开发利用水土资源：坚持综合、高效与持续性三结合

高强度开发的一个重要内涵是取得高效益，要

求综合地利用土地的各种功能,充分发挥土地的综合效益,并且确保土地资源的可持续利用、实现高效益的永续性。目前长江三角洲土地综合生产力仅及莱茵河三角洲的 13.2%。在综合与可持续利用水土资源方面也有许多不足,表现在数量众多、面积广大的水域没有发挥其应有的多种功能,水产养殖利用率低。因水质污染,大部分地表水资源不能作为生活与灌溉用水。过量抽取地下水,导致地面下沉,严重影响了土地的总体质量水平。土地利用结构不尽合理,城镇用地、农业用地、生态保护用地之间不协调,农用地非农化导致耕地减少过快,农用地重用轻养,地力下降等。应在生产实践中不断总结经验,修正不当的土地利用行为与方式,尽快做到综合、高效、持续地利用长江三角洲地区水土资源。

## 参考文献:


[1] 佘之祥. 长江三角洲水土资源与区域发展[M]. 合肥:中国科学技术出版社,1997.

[2] 倪绍祥. 苏锡常地区土地资源的生产能力与人口承载力[J]. 南京大学学报(自然科学版),1990(2):23~29.

[3] 虞孝感. 长江三角洲地区国土与区域规划研究[M]. 北京:科学出版社,1993.

[4] EU. the Europe Yearbook[R]. Rome: Europe Publications Limited, 1988.

[5] FAO. Production Yearbook[R]. Rome: Furope pubtications limited, 1987,1992,1996.

[6] UN. National Account Statistics[R]. New York: Martin's Press, 1986 - 1996.

[7] The World Bank. World development report[R], Washington, D.C: United Nations publication, 1986 - 1996.

[8] 国家统计局编. 中国统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,1986~1996.

[9] 江苏省统计局编. 江苏统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,1986~1996.

[10] 上海市统计局编. 上海统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,1986~1996.

[11] 浙江省统计局编. 浙江统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,1986~1996.

[12] 张耀光. 辽河三角洲土地资源合理利用与最优结构模式[M]. 大连:大连理工大学出版社,1993.

[13] 任美锷主编. 中国的三大三角洲[M]. 北京:高等教育出版社,1994.


# Evaluation on Exploitative Intensity of Land Resources in the Yangtze River Delta Region


ZHOU Bing-zhong, BAO Hao-sheng, PENG Bu-zhou

(Department of Urban and Resources, Nanjing University, Nanjing 210093)



**Abstract**: The exploitative intensity of land resources in Yangtze River Delta region has been discussed in this paper. Through interpretation in terms of theory and quantitative evaluation, the implication of land exploitative intensity is stated clearly, and relative measurement method is put forward. "High intensity exploitation of land resources" is defined scientifically. It shows that land exploitative intensity grade in Yangtze River delta is high intensity in country, and that its grade is low intensity in the world. The authors put forward the ways to deal with land high intensity exploitation in the Delta, such as the improvement of exploitative technology and human environment, the strengthening of exploitative intensity of low-grade units in the region, and the exploitation of water and land resources by sticking to principles of integration, high efficiency and lastingness. In the same time, the authors emphasize that utilization and protection are both important.



**Key words**: Land resources; High intensity exploitation; Delta of Yangtze River