

# 厦门市环境生态质量现状调查与评价

郑爱榕 陈慈美 徐茂泉 蔡阿根 (厦门大学海洋学系, 厦门, 361005)

**摘要:**以厦门市城市总体规划和环境功能区划为依据,以生态理论为指导,采用模糊聚类法和生态综合评价法对厦门市(不含同安县)的生态质量进行了评价和现状分析。其结果可为厦门市的社会、经济和环境的协调发展提供科学依据。

**关键词:**环境;生态质量;评价

城市是一个以人群活动为中心的空间,也是区域经济、政治、社会发展的中心。因而其功能结构齐全复杂,是经济—人口—环境体系中各类矛盾最敏感的地区。系统、准确而又客观地评价人群生活这个空间的生态质量是制订规划、研究决策、实施监督管理的基础工作。本文将从厦门市(不含同安县,下同)作为一个海港风景性质的城市发展方向出发,以厦门市城市总体规划和环境功能区划为依据,以生态理论为指导,结合厦门的自然、社会经济特点,从生态质量现状调查入手,提出经济与环境发展中存在的主要问题和今后的发展方向,为厦门市实现社会经济、生态环境协调发展提供科学依据。

## 1 研究方法

1.1 根据全面考虑、重点突出、反映事物本质和可查可比等原则,选择用于生态质量评价的指标。

1.2 以厦门市城市总体规划的城市布局、社会经济发展规划和自然地理条件为依据,同时考虑其现有社会功能、行政区划、城市总体规划目标、土地利用现状及水系的流向、流域,将本市划分为27个大小不一、形态各异的评价单元。各单元的分布位置见图1。

1.3 通用调查分析、专家咨询确定各指标值、指标权重值、参数和系数值等。调查采用单元登记法。

1.4 用模糊聚类分析法对27个单元进行归类,采用生态综合评价法计算各类型的综合评价值,对照不同等级阈值范围划分生态质量类型,并对其分类合理性进行F检验(显著水

平5%)。

## 2 生态质量现状评价

### 2.1 指标体系

城市生态质量是城市社会、经济环境状况的综合反映,参考现有资料,选择10项能准确描述生态环境质量的指标。它们包括社会、经济指标组(人口密度、经济密度、耗能密度、用水密度、用地指数)和环境质量指标组(绿化复盖率、废水污染密度、废气污染密度、废渣污染密度、噪声扰民程度),各指标现状调查值见表1。

根据评价指标对评价等级所起的作用,把指标分为正向性指标、反向性指标和转折性指标三类。正向性指标表示指标值越大,生态评价等级越高;反向性指标则相反;转折性指标表示指标值达到转折点之前起正向作用,超过转折点则起反向作用。

各指标含义如下:

- 2.1.1 人口密度:单位面积上的活动人口总数(人/ $\text{km}^2$ )
- 2.1.2 经济密度:单位面积上的社会总产值(万元/ $\text{km}^2$ )
- 2.1.3 耗能密度:单位面积上的社会总耗能(吨标准煤/ $\text{km}^2$ )
- 2.1.4 用水密度:单位面积上社会总新鲜用水量(吨/ $\text{km}^2$ )
- 2.1.5 绿化复盖率:单位面积上绿地占地百分数(%)
- 2.1.6 用地指数:用地程度U/土地容量L(无量纲)
- 2.1.7 废水污染密度:单位面积上废水(以COD计)排放量(吨/ $\text{km}^2$ )
- 2.1.8 废气污染密度:单位面积上废气( $\text{SO}_2$ 和烟尘)排放量(吨/ $\text{km}^2$ )
- 2.1.9 废渣污染密度:单位面积上固体废物总量(吨/ $\text{km}^2$ )
- 2.1.10 噪声扰民程度:单元区域上区域环境噪声的等效声级值(分贝)

### 2.2 分析模型



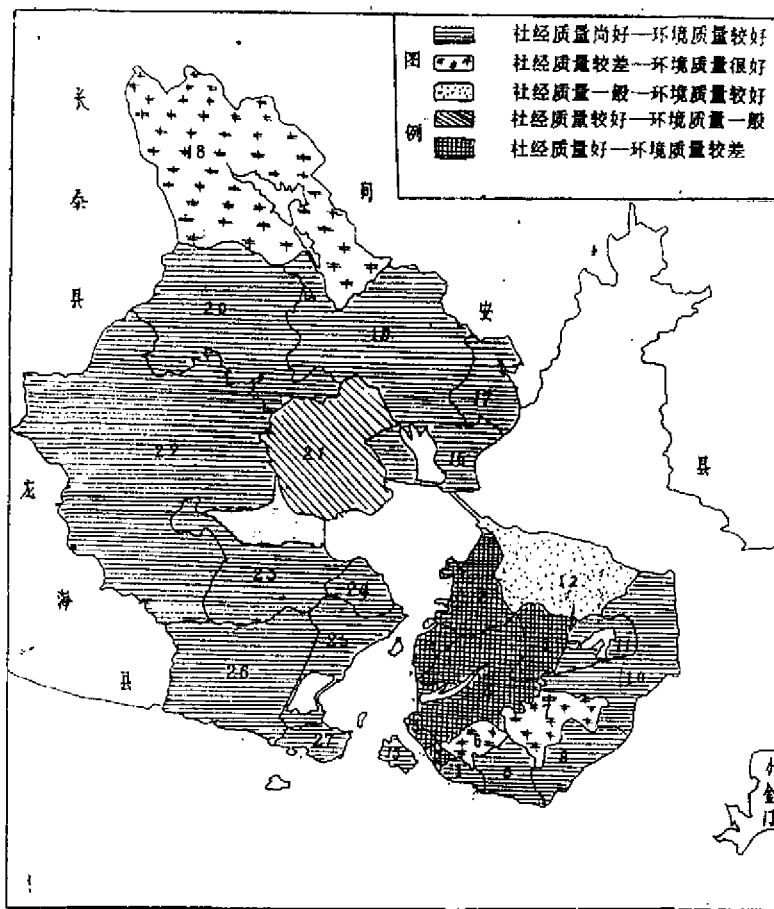


图1 厦门市生态质量分布

1 厦大 2 厦港 3 中山路—鹭江 4 员当湖汇水区 5 东部新区 6 万石岩风景区 7 云顶岩风景区 8 厦安 9 黄厝 10 东部待开发区 11 湖边水库 12 北部工业区 13 湖里工业区 14 东渡港区 15 鼓浪屿 16 集美 17 集美北部 18 板头水库 19 后溪 20 灌口北部 21 杏林工业区 22 东孚—灌南 23 新阳工业区 24 鳌冠 25 海沧生活区 26 海沧工业区 27 嵩屿能源区

表1

厦门市生态质量指标现状调查值

单元 编号	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	经济密度 (万元/km <sup>2</sup> )	耗能密度 (折标煤) (吨/km <sup>2</sup> )	用水密度 (水) (万吨/km <sup>2</sup> )	用地 指数	绿化覆盖率 (%)	废水污 染密度 (吨/km <sup>2</sup> )	废气污 染密度 (吨/km <sup>2</sup> )	废渣污 染密度 (吨/km <sup>2</sup> )	噪声扰 民程度 (分贝)
1	10972	10969	3493	84.66	0.7850	24.22	290.21	262.04	6.75	60.7
2	31769	128022	16967	313.95	2.2146	0.94	916.61	800.99	114.07	63.2
3	62285	455147	17394	648.41	4.1900	0.68	2017.65	1262.28	38.30	60.0
4	7118	85073	9228	204.39	0.6100	17.01	5099.75	255.15	242.19	64.5
5	2874	52182	3507	46.83	0.0588	15.33	1247.41	108.07	16.08	63.8
6	1095	280	0	0	0.1400	91.35	0	0	0	50.0
7	69	24	18	0.43	0.0069	79.75	1.62	1.37	0.04	50.0
8	495	392	125	3.68	0.0453	50.10	12.91	9.48	0.30	58.0
9	192	164	48	1.07	0.0156	48.05	4.49	3.68	0.12	60.1
10	860	439	217	4.74	0.0575	13.94	20.15	16.46	0.53	53.1
11	825	310	208	4.54	0.0589	25.80	19.28	15.81	0.51	62.8
12	866	1528	218	6.17	0.0602	6.56	20.26	16.59	0.53	62.2
13	2119	51796	5559	47.86	0.1527	16.60	67.75	77.76	43.28	65.3
14	3032	21001	1243	75.24	0.2233	23.48	87.62	61.71	1.86	62.3

单元 编号	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	经济密度 (万元/km <sup>2</sup> )	耗能密度 (折标煤) (吨/km <sup>2</sup> )	用水密度 (水) (万吨/km <sup>2</sup> )	用地 指数	绿化覆盖率 (%)	废水污 染密度 (吨/km <sup>2</sup> )	废气污 染密度 (吨/km <sup>3</sup> )	废渣污 染密度 (吨/km <sup>2</sup> )	噪声扰 民程度 (分贝)
15	12763	16053	6472	130.55	0.8712	43.19	386.97	517.11	7.85	58.0
16	1701	1387	688	11.58	0.1475	1.41	41.52	21.58	127.40	61.0
17	517	247	207	2.86	0.0408	24.77	8.48	3.76	0.41	50.6
18	2	16	1	0.02	0.0005	80.75	0.04	0.07	0.002	50.0
19	563	158	225	3.09	0.0442	23.20	9.25	12.24	0.45	50.0
20	369	115	148	2.01	0.0357	27.93	6.06	11.21	0.30	50.0
21	1673	3215	6698	42.60	0.1583	1.61	124.41	180.18	4.27	67.0
22	400	123	160	2.22	0.0394	7.67	6.58	12.17	0.32	50.0
23	381	95	152	2.09	0.0337	17.92	6.26	11.58	0.30	50.0
24	474	78	190	2.60	0.0431	24.36	7.78	14.40	0.38	50.0
25	941	161	376	5.17	0.0903	41.06	15.45	28.60	0.75	50.0
26	698	437	279	3.82	0.0532	32.43	12.04	21.21	2.55	50.0
27	604	333	242	3.38	0.0502	44.43	9.92	18.37	0.48	50.0

采用模糊聚类法,对 27 个单元不同指标值进行聚类分析,按各指标权重值和基准值,采用生态综合评价法,对照不同生态综合评价类型的阈值,从而划分生态质量类型。

生态综合评价法计算公式:

$$P = \sum_{i=1}^l w_i p_i + \sum_{j=1}^m w_j p_j + \sum_{k=1}^n w_k p_k$$

式中:  $P_i = (C_i - V_i) / V_i$  正向性指标基准化值

$P_j = -(C_j - V_j) / V_j$  反向性指标基准化值

$P_k = -|C_k - V_k| / V_k$  转折性指标基准化值

$W_i, W_j, W_k$  分别为三种性质指标权重

$l, m, n$  分别为三种性质指标个数

$C_i, C_j, C_k$  分别为三种性质指标标准值

$V_i, V_j, V_k$  分别为三种性质指标标准值

显然,当所有指标的实测值都等于其基准值时, $P = 0$ ,所以, $P = 0$ 是综合评价等级的合格线。实际情况中,合格线附近的评价等级都可定为合格级。则:

$P \geq \epsilon$  时,综合评价等级为高于合格级——生态质量良好型

$-\epsilon < P < \epsilon$  时,综合评价等级为合格级——生态质量尚可型

$P \leq -\epsilon$  时,综合评价等级低于合格级——生态质量欠佳型

$\epsilon$  的取值大小见表 2。

表 2. 生态质量分级类型

分级类型	生态质量 良好型	生态质量 尚可型	生态质量 欠佳型
评价值 P	$P \geq 0.65$	$0.65 > P > -0.65$	$P \leq -0.65$

### 2.3 评价指标的基准值和权重值

参考有关资料(晋江市环境规划)根据厦门市具体情况,确定生态质量指标的基准值,见表 3。根据专家咨询的结果,运用层次分析法确定生态质量评价指标的权重值列于表 3。

表 3 生态质量评价指标的基准值和权重值

指标名称	社会经济因素					环境质量因素				
	转折性			正向性		反向性				
	人口 密度	耗能 密度	用水 密度	用地 指数	经济 密度	绿 化 覆盖率	废水污染 密度	废气污染 密度	废渣污 染密度	噪声扰 民程度
基准值	12000	6000	100	1	10000	20	300	400	30	60
权重值	0.0951	0.0696	0.1186	0.0969	0.1423	0.0767	0.1712	0.0805	0.0498	0.0998
排序	6	9	3	5	2	8	1	7	10	4

注:权重值合计为 1,按权重值大小顺序依次排序,排序经过一致性检验。

### 2.4 评价结果

应用上述评价模型,对 27 个单元生态质量进行现状评价,其结果见表 4 和图 1。

## 3 生态质量现状分析

评价结果表明:

3.1 全市社会、经济质量与环境质量综合生态质量属尚可型(总体评价平均为 -0.0029)。总体环境质量较好,但经济开发程度还不够高,经济发展水平悬殊,个别区域如湖里工业区、东渡港区以及旧市区,三废排放量较大,超过基准值,绿化复盖率偏低,平均仅 12。

34%。湖里、杏林工业区和鼓浪屿、中山路至轮渡、厦港区,耗能密度过高,在今后城市发展中必须加以重视。

表4 生态质量现状评价类型

划分类别	I	II	III	IV	V	VI	
各 类 指 标 值	人口密度	2047.19	18199.50	1.00	69.00	866.00	1673.00
	耗能密度	826.88	8983.00	0.50	18.00	218.00	6698.00
	用水密度	16.75	222.78	0.01	0.43	6.17	42.60
	用地指数	0.151	1.242	0.0003	0.007	0.080	0.158
	经济密度	1966.31	132203.50	8.00	24.00	1528.00	3215.00
	绿化覆盖率	28.16	12.34	86.05	79.75	6.56	1.61
	废水污染密度	53.58	1572.80	0.020	1.62	20.26	124.41
	废气染污密度	61.23	428.66	0.035	1.37	16.59	180.18
	废渣污染密度	9.34	75.96	0.001	0.04	0.53	4.27
	噪声扰民程度	53.98	63.18	50.00	50.00	62.20	67.00
单元分类	1,8—11,15—17, 19,20,21—27	13,14, 2—5	6,18	7	12	21	
面积比例(%)	66.44	8.44		14.92	4.37	5.83	
评 价 类 型	评价值(P)	-0.057	0.618	0.049	0.025	-0.248	-0.232
	社会、经济质量	尚好	好	较差	较差	一般	较好
	环境质量	较好	较差	很好	很好	较好	一般
	生态质量	尚可	尚可	尚可	尚可	尚可	尚可

注:1. 指标值为类内指标平均值。

2. 为把社会、经济质量与环境质量差异描述更清楚。

V、IV两类本应归为一类,现暂分开说明。

3.2 从现有调查环境单元来看,有69.30%面积属于社会、经济质量尚好,环境质量也较好,多数分布于本岛东部(1<sup>#</sup>、8<sup>#</sup>—11<sup>#</sup>)、鼓浪屿、城郊(岛外的集美、灌口、海沧、杏林)和岛内的北部工业区(12<sup>#</sup>)。但前者经济发展水平和绿化复盖率都优于后者(12<sup>#</sup>),而后者(12<sup>#</sup>)环境质量又优于前者,是今后发展经济的好场所。总体而言,这些区域社会、经济质量和环境质量两者发展较为协调均衡;有5.7%面积属于社会、经济质量较好,而环境质量一般,它分布于杏林工业区(东、中、西),该区域经济发展水平还有待进一步提高,今后应注意降低耗能密度、废水、废气污染排放量和大幅度增大绿化复盖率;有8.44%面积属于社会、经济质量较好,而环境质量较差,主要分布于湖里工业区,东渡港区、旧市区范围,这些区域总体生态质量评价值为0.6184,已接近生态质量良好型。突出表现为经济发展水平较高,存在主要问题是耗能过大,三废排放量也较大,今后应注意环境管理和保护,并适当增大绿化复盖率,还有15.32%面积属于社会、经济质量较差,而环境质量很好,它分布于万石岩、云顶岩风景区和坂头水库区,符合风景旅游区和饮用水源保护区的环境质量

要求,但是经济开发程度还很低,是今后发展旅游业需要进一步考虑的问题,但无论如何在这些区域今后仍然不宜再建任何有污染型的工厂(包括轻型污染)。至于坂头水库区,面积很大(69.58KM<sup>2</sup>),土地容量高达10430人/KM<sup>2</sup>,而目前用地程度仅5人/KM<sup>2</sup>,用地指数为0.0005,属于未开发型用地,建议今后在继续保护饮用水资源的前提下,注意发展和开发潜力不可估量的林业经济。

(在调查和收集资料过程中,得到厦门市政府办公室、土地局、规划局、环保局、农委及厦大环科中心有关同志的大力支持,谨致谢忱。)

#### 参考文献

- 1 刘天齐、孔繁德等.城市环境规划方法规范指南.北京:中国环境科学出版社,1991.
- 2 丁中元.城市综合环境质量评价方法实践.环境科学与技术,1989,12(2):38—41.
- 3 殷仲远.城市环境质量指标体系定量评价研究.环境科学与技术,1995,18(2):33—37.