

文章编号 :1007-6301 (2003) 02-0141-10

黄河三角洲新生湿地土地利用变化图谱

叶庆华¹, 刘高焕², 姚一鸣², Marco. RUSSI³

(1. 中国科学院遥感所, 北京 100101; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;

3. Department of Biology University of Trieste, 34100 Trieste, Italy)

摘 要: 在陈述彭先生提出的地学信息图谱理论和方法基础上, 构建了土地利用图谱模型, 在黄河三角洲新生湿地四期土地利用数据提取的基础上, 合成了土地利用系列图谱, 分别是 1956~1984 年, 1984~1991 年, 1991~1996 年三个时序。本文从黄河三角洲新生湿地土地利用强度变化、土地利用结构变化和土地利用格局变化三个方面进行了土地利用变化图谱分析, 为地学信息图谱在土地利用变化研究中的应用提供了典型案例和实证。

关 键 词: 地学信息图谱; 土地利用图谱; 黄河三角洲; 新生湿地; 图谱分析

中图分类号: F301.24; P 231.5

地学信息图谱是在陈述彭院士的倡导下, 借助于时空融合的图谱方法, 为研究带有时空属性地学研究对象的多维与多元属性特征提供了理论和方法依据。我们在地学信息图谱^[1]理论、方法基础上构建了土地利用/土地覆被系列图谱模型。在特定时空尺度下, 对于地域空间和地理过程“相对均质”的分割是合成“空间-属性-过程一体化数据”图谱单元的关键^[2]。本文采用规格网格法, 在 ARC/INFO 的 GRID 模块中生成“相对均质”的空间单元, 并通过分析黄河三角洲社会、经济属性数据确定了三个时序单元。

1 黄河三角洲新生湿地土地利用数据提取

空间数据的提取是生成地学信息图谱的基础^[3], 即具有一定采样时间间隔的土地利用/土地覆被状况的空间数据是土地利用图谱合成的基础。

1.1 黄河三角洲土地利用数据分类方案

数据分类编码代表了地理过程所处的状态, 所以土地利用分类体系的确定是进行专题信息研究的基础, 对土地利用分类信息的提取、综合以及重组是图谱单元信息的提取中至关重要的一步, 这是本文研究得以进行的保障。人们早已认识到分类编码体系的灵活运用和不断进行分类、综合对于信息提取、数据挖掘的重要性^[4]。不同的研究目的会产生一套完全不同的分类编码体系。国际地圈生物圈组织 IGBP 和 HDP 于 1995 年提出的 LUCC 研究

收稿日期:2003-02; 修订日期:2003-03

基金项目: 中国博士后科学基金资助; 国家 973 项目 (1999043508); 中科院地理所领域前沿项目 (XJ0G-D00-04)

作者简介: 叶庆华 (1972-), 女, 博士后。主要从事生态脆弱形势、土地利用/土地覆被变化的时空复合特征、景观生态功能等方面研究; 已发表论文 10 余篇。E-mail: yeqh@reis.ac.cn

计划中，就包括“设计一个能够满足三个重点研究需要的土地利用/土地覆被分类结构”，可见分类体系对于 LUCC 研究的重要性。国内外具有影响的土地利用分类体系主要有 8 个^[5]。为了便于进行空间数据之间的地图代数运算和编码重组与提炼、综合，能够在空间上反映出各类土地利用时序变化情况，本文将土地利用变化分类编码设定为 9 类，分类方案见表 1。

表 1 新生湿地土地利用分类方案

Tab. 1 Land use classification scheme of the New-born wetland in YRD

编 码	1	2	3	4	5	6	7	8	9
覆被 类型	渤海 海域	滩涂及未利用地 或难利用地	水 面	苇 地	有林地	荒草地或 者盐碱地	牧草地	耕地、 园地	居民工矿及交通 等人类建设用地

1.2 土地利用数据提取与预处理

本文采用遥感数据与矢量数据。这些数据的提取是利用 ERDAS，ARC/INFO 等软件对遥感影像进行分类、对历史地图进行数字化、对现有矢量数据进行编辑、校正，最后进行投影变换统一坐标系。对于黄河三角洲土地利用这一复杂的“人地互动式”非线性地理过程而言，其变化比较频繁而且迅速，但限于历史情况调查的难度和数据处理时间的限制，本文在现有的数据^[6]基础上，提取了 4 期土地利用数据，即 1956 年，1984 年，1991 年，1996 年，并使用 1991 年的行政边界进行统一校正。可见，时序单元（时间尺度）是多尺度的，分别为 28 年（1956~1984）、7 年（1984~1991 年）、5 年（1991~1996）。

(1) 1956 年土地利用类型数据（比例尺，1 5 万）：主要来源于 1956 年航测地形图；其研究区范围是由 1954 年海岸线^[7]和 1991 年行政边界共同界定的，是一个“虚拟的东营市”。

(2) 1984 年土地利用数据（比例尺，1 10 万）：来源于 1984 年 10 月 TM 影像分类，并用赵名茶在 80 年代中期对黄河三角洲所做的野外调查数据作校正；用 TM 影像上解译出来的海岸线和 1991 年东营市行政边界来界定研究区范围。

(3) 1991 年土地利用数据（比例尺，1 5 万）：来源于“黄河三角洲可持续发展地图集”（刘高焕等，1997），并对其海岸线和部分空间数据作了修正。

(4) 1996 年土地利用数据（比例尺，1 10 万）：来源于 1996 年 TM 影像解译和 1 1 万东营市土地利用图，1 1 万航片测绘图（由东营市土管局规划站提供）。

对采样数据进行归一化、标准化处理。在 ARC/INFO 中，取 1956、1984、1991、1996 年 4 期数据的最外缘边线进行编辑、产生一个统一外边界，将四期数据统一边界修订。然后把这 4 期数据都转换成 grid 数据格式，取 30 ×30m² 格网单元，进行重采样，统一空间分辨率（图版 ，图 1）。

2 土地利用图谱合成

土地利用图谱既包含了土地利用状况的空间差异性信息，又包含着地理过程时序变化的信息，它能够将时空变化研究复合为一体，是“空间与过程集成研究”的有效途径^[8]。

在 Arc/info GRID 模块中，利用地图代数运算方法，对上述四期数据进行地图代数运算。方法是以时间序列为轴，对每一个空间单元的 Value 值进行操作，将时间上相邻的两

期数据合成，即把前一采样时刻空间单元的属性值作为十位数、把后一采样时刻空间单元的属性值作为个位数，生成一个两位数编码的“空间与过程”复合数据，即“时空复合体”^[9]（此时每个空间单元的属性值具有两位编码，它记录了自己在不同采样时刻的土地利用状态，是空间-属性-过程一体化数据，其基本单元就是图谱单元），这就是相应时期的土地利用图谱（图版 ，图 2）、（图版 ，图 3、图 4），即 1956~1984 年，1984~1991 年，1991~1996 年三个时序单元的土地利用类型图谱。

3 黄河三角洲新生湿地土地利用变化图谱分析

黄河三角洲新生湿地土地利用变化图谱分析包括土地利用强度变化、土地利用结构变化和土地利用时空格局的变化。新生湿地的土地利用状况发生了很大变化。

3.1 土地利用强度变化图谱分析

从图版 ，图 5 中可以看出，在 1984~1996 年期间，土地利用强度大、影响范围广的利用方式是畜牧和耕作，其面积仅次于滩涂。刘纪远等人从生态学的角度出发，对于大尺度研究提出了土地利用强度的分级原则，并给出了土地利用强度的定量化表达式^[10]。由于本文研究尺度比较小，考虑到水域和湿地在黄河三角洲的特殊角色，根据需要对土地利用强度分级指数作了调整，对土地利用强度进行了计算，得到现在的土地利用强度指数值（表 2）。可见，1956 年的土地利用强度远远小于 80 年代以后，其滩涂和湿地面积所占的比例明显高于此后的三期数据，有林地也占到了当年面积的 10 % 以上。1996 年的土地利用强度比 1984 年大，但比 1991 年减小了一些。

3.2 土地利用结构变化的图谱分析

从图版 ，图 1 可知，40 年来，黄河三角洲新生湿地耕地面积、居民工矿用地和交通用地增势明显。90 年代以后出现了人工育种的园地。有林地、牧草地和盐碱地波动都比较大。水域以及湿地总体上始终是 40 年来土地利用类型中面积最大的一类，但是净水面在总体趋势上是萎缩的。耕地和牧草地在本区土地利用类型中也占据了很大的优势。

表 2 黄河三角洲新生湿地 40 年来土地利用强度指数

Tab. 2 Index of land use intensity in the new-born wetland in YRD from 1956~1996

年 代	1956 年	1984 年	1991 年	1996 年
土地利用强度	26. 80	46. 21	48. 80	47. 54

3.3 土地利用时空格局变化的图谱分析

土地利用图谱分析由三个部分组成：第一是不同时序单元的土地利用图谱，它的每一个图谱单元都记录了该空间单元在这个时序单元中土地利用类型的起始和终止状态，图谱单元类型是由该空间单元土地利用类型的变化决定的；第二是图谱单元列表，即主要土地利用变化类型表，按其面积进行大小排序，由图谱运算得到；第三转移矩阵，即一定时序单元内各土地利用类型之间转换的面积矩阵和概率矩阵，并可利用空间数据查询到任一转移变化发生的空间位置。其中，第一部分是整个图谱分析的核心。这样，借助于各个时期的土地利用图谱，我们就能清晰地把握黄河三角洲新生湿地土地利用时空格局的变化情况。

3.3.1 1956~1984 年土地利用变化的图谱分析

在图谱 1956~1984 年（图版 ，图 2）中共计生成 52 种变化类型，将其按照面积大小进行排序，并计算其累积百分率，将覆盖变化面积 90 %的 23 种变化类型列表（见表 3）。

表 3 新生湿地 1956~1984 年土地利用变化图谱单元排序表

Tab. 3 Order of Tupu units on land use changes in the new born wetland in YRD (1956~1984)

图谱单元编码	图谱单元数	所占比率	累积百分率	面积 (hm ²)	图谱单元类型
27	80400	10.42	10.42	7236	未利用地 牧草地
16	77945	10.10	20.52	7015.05	海域 荒草地
48	59474	7.71	28.22	5352.66	苇地 耕地
13	50161	6.50	34.72	4514.49	海域 水面
以下略	以下略	以下略	以下略	以下略	以下略

在 1956~1984 年间，增长面积最大的图谱单元是新的牧草地、荒草地和垦殖耕地，50 年代有 43 %的苇地即 5352hm² 变成了耕地，有 26.9 %即 3340hm² 变成了牧草地，主要分布在现自然保护区西部和西南部缓冲区。如图版 ，图 2 所示，由海域转化而来的各种用地类型分布区域都是 40 年来新生陆地，尤其是 1976 年黄河改道至今冲淤而成的，共计为 24785hm²。从转移矩阵中（表 4）可以看出，其中苇地只有 7.3 %保留了下来，有林地只有 6 %保存了下来，牧草地只有不到 1 %没有变化，1984 年以后的牧草地几乎都来源于其它用地类型，包括未利用地、水面、苇地、荒草地等。居民工矿等建设用地最稳定，稳定比例达到 100 %，耕地的稳定比例达 73.8 %，位列第二，这两种用地类型人类活动最强烈，人类投入也最大，所以它们的稳定性也最好。牧草地的稳定比例最低，然后是荒草地，说明牧草地和荒草地在这段时间内“转出”的份额最高、属于被开发利用的类型。

表 4 新生湿地 1956~1984 年土地利用变化概率转移矩阵（%）

Tab. 4 Transfer matrix of probability on land use changes in newborn wetland in YRD (1956~1984) %

	海 域	未利用地	水 面	苇 地	有林地	荒草地	牧草地	耕地	建设用地
海 域	38.08	8.79	11.28	10.16	3.24	17.52	10.48	0.31	0.14
未利用地	16.86	17.60	17.13	6.12	2.52	0.13	31.51	8.12	0.01
水 面	2.11	5.71	29.52	11.39	0.48	9.81	32.00	8.94	0.03
苇 地	0.00	0.01	20.03	7.33	2.22	0.15	26.95	43.18	0.13
有林地	0.00	0.00	18.84	7.96	6.04	3.14	21.80	42.21	0.00
荒草地	0.00	61.93	1.81	6.17	0.48	2.61	26.85	0.15	0.00
牧草地	0.00	74.22	19.60	0.00	1.07	0.00	0.23	4.88	0.00
耕 地	0.00	0.00	20.54	0.95	3.55	0.00	0.27	73.86	0.84
建设用地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

3.3.2 1984~1991 年土地利用变化的图谱分析

在图谱 1984~1991 年（图版 ，图 3）中生成 55 种图谱单元，将其按照面积大小进

行排序，并计算其累积百分率，将覆盖变化面积 90 % 的 22 种图谱单元列表。这期间变化面积最大的类型是水面萎缩并被开发利用为牧草地，面积为 4319hm²，占水面转移比例的 32 %。可见，牧草地的增长很猛，且主要来源于水面，从图谱中可知道，这部分区域是分布在新生湿地东北部的故黄河汉道附近，原来的水面随着水分的消逝先后被芦苇、白茅群落取代，到 1991 年就已经开发利用为牧草地了。面积位居第二的图谱单元类型是牧草地退化为难利用地，面积有 4149.7hm²，占区域全部变化比例的 8.9 %。位列第三的是由苇地转变为牧草地，面积有 3531hm²，占区域全部变化比例的 7.57 %。可见，牧草地是新生湿地内 1984 ~ 1991 年间面积变动最大的一类，具有最大面积的“转入”和最大面积的“转出”，而稳定面积只占 1984 年的 45 %，即只有 8426hm² 的牧草地保持不变（表 5）。

表 5 新生湿地 1984 ~ 1991 年土地利用变化面积转移矩阵 (hm²)

Tab. 5 Transfer matrix of area on land use changes in new born wetland in YRD (1956 ~ 1984) hm²

	海 域	未利用地	水 面	苇 地	有林地	荒草地	牧草地	耕地	建设用地
海 域	14969.88	3362.04	844.11	0.00	0.00	0.00	3.51	0.00	0.00
未利用地	1496.79	6963.30	484.38	21.15	0.00	1610.55	481.59	0.00	0.00
水 面	189.63	1158.48	4650.39	370.44	168.93	179.91	4319.10	2306.43	72.81
苇 地	0.00	36.72	221.31	1891.26	36.99	284.22	3530.79	1519.29	95.58
有林地	0.00	14.13	96.84	475.02	65.34	490.68	1316.79	160.38	36.45
荒草地	27.27	1062.18	1285.56	981.27	9.81	1077.93	3216.33	8.28	54.09
牧草地	114.75	4149.72	874.89	3138.21	368.19	915.93	8426.25	609.12	106.92
耕 地	0.00	0.00	157.41	72.36	2329.11	202.77	1274.13	6926.85	282.24
建设用地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.27	0.00	80.28

从转移矩阵中分析可知，居民工矿用地等建设用地还是在各种用地类型中最稳定的，耕地的稳定性也很高，达到 61.6 %，这两种用地类型受人类活动的控制作用最大。海域和滩涂等未利用地的稳定性达 78 %、62.9 %，是人类活动影响最小的两种类型。荒草地的稳定面积比例只有 13.9 %，说明人类对荒草地的开发力度增大了，有 41 % 的荒草地被牧草地所取代。有林地是稳定性最小的一类，不到 2.5 %，期间有 49 % 的有林地变成了牧草地。

3.3.3 1991 ~ 1996 年土地利用变化的图谱分析

在图谱 1991 ~ 1996 年（图版 ，图 4）中生成 61 种图谱单元类型，将其按照面积大小进行排序，并计算其累积百分率，将覆盖变化面积 90 % 以上的 26 种变化类型列表。

除了新生陆地外，牧草地的高“转出”是这期土地利用变化中的最大特点，其中包括牧草地转变为荒草地和未利用地，共计 6441hm²（表 6），占牧草地面积的 28.5 %，主要分布在黄河中段河道两侧（图版 ，图 4），而牧草地的稳定面积却只有 28.7 %；由牧草地垦殖为耕地、发展有林地的面积也很大，共计为 6773hm²，占牧草地面积的 30 %，可见牧草地波动之大。

叶庆华，黄河三角洲土地利用/土地覆被变化的时空复合研究，博士论文，2001
叶庆华，黄河三角洲土地利用/土地覆被变化的时空复合研究，博士论文，2001

表 6 新生湿地 1991 ~ 1996 年土地利用变化面积转移矩阵 (hm²)

Tab. 6 Transfer matrix of area on land use changes in newborn wetland in YRD (1991 ~ 1996) % hm²

	海 域	未利用地	水 面	苇 地	有林地	荒草地	牧草地	耕地	建设用地
海 域	4556. 25	11182. 23	801. 72	0. 00	0. 00	256. 05	0. 00	0. 00	0. 00
未利用地	1607. 40	12062. 25	572. 04	312. 93	184. 14	1899. 36	84. 15	2. 25	22. 14
水 面	96. 03	2906. 73	1736. 19	1114. 20	396. 00	506. 97	1007. 82	867. 15	19. 71
苇 地	0. 00	1421. 64	195. 93	1794. 96	523. 89	2110. 50	418. 95	384. 21	99. 63
有林地	0. 00	9. 18	139. 77	8. 28	159. 57	128. 43	536. 85	1952. 91	43. 38
荒草地	0. 00	627. 84	388. 71	29. 79	86. 04	2523. 06	714. 42	340. 47	52. 11
牧草地	0. 00	2210. 58	927. 00	1690. 92	3627. 72	4231. 08	6485. 58	3146. 49	249. 12
耕 地	0. 00	283. 50	183. 78	86. 67	1233. 00	37. 80	1743. 57	7942. 41	109. 53
建设用地	0. 00	3. 24	20. 07	8. 55	12. 42	16. 20	35. 91	30. 87	498. 96

居民工矿用地等建设用地最稳定，也是人类活动最强、人类控制作用最大的地区，耕地的稳定比例位列第三，也是人类活动影响大且控制作用强的地区。其次，滩涂等未利用地和荒草地的稳定比例也很高，分别为 72 %和 52. 9 %，它们受人类活动的影响最小，基本处于自然演替状态。有林地面积虽然不大，但它在所有类型中最不稳定，其中有 65. 6 %的有林地变成了耕地。水面的稳定面积也只占 20 %，是除了有林地外“转出”份额最大的一类（表 7）。

表 7 新生湿地 1991 ~ 1996 年土地利用变化概率转移矩阵 (%)

Tab. 7 Transfer matrix of probability on land use changes in newborn wetland in YRD (1991 ~ 1996) %

	海 域	未利用地	水 面	苇 地	有林地	荒草地	牧草地	耕地	建设用地
海 域	27. 13	66. 58	4. 77	0. 00	0. 00	1. 52	0. 00	0. 00	0. 00
未利用地	9. 60	72. 03	3. 42	1. 87	1. 10	11. 34	0. 50	0. 01	0. 13
水 面	1. 11	33. 60	20. 07	12. 88	4. 58	5. 86	11. 65	10. 02	0. 23
苇 地	0. 00	20. 46	2. 82	25. 83	7. 54	30. 37	6. 03	5. 53	1. 43
有林地	0. 00	0. 31	4. 69	0. 28	5. 36	4. 31	18. 02	65. 57	1. 46
荒草地	0. 00	13. 18	8. 16	0. 63	1. 81	52. 98	15. 00	7. 15	1. 09
牧草地	0. 00	9. 79	4. 11	7. 49	16. 07	18. 75	28. 74	13. 94	1. 10
耕 地	0. 00	2. 44	1. 58	0. 75	10. 61	0. 33	15. 00	68. 35	0. 94
建设用地	0. 00	0. 52	3. 20	1. 37	1. 98	2. 59	5. 73	4. 93	79. 68

4 结 论

在土地利用结构格局中，最占优势的几种用地类型始终是水域（包括滩涂）、牧草地、耕地和未利用地。从图谱单元排序表中可以知道，在 1956 ~ 1984 年间，增长面积最大的图谱单元是新垦殖牧草地和耕地的“转入”，分别来源于未利用地和苇地；在 1984 ~ 1991 年间，图谱单元面积最大的仍然是新牧草地的“转入”，来源于水域和苇地，其后就是牧草地的退化“转出”；在 1991 ~ 1996 年间，牧草地的高“转出”是这一时期土地利用变化中最大的特点，其中包括退化为荒草地和进行垦殖利用两个方面。

从转移矩阵中可以发现,居民工矿等建设用地面积稳定比例始终最大,几乎是100%,说明这类用地类型最稳定,也是人类活动最强、控制作用最大的地区,耕地的稳定性仅在其次,都在60%以上,也是人类投入物质、能量较多的用地类型,所以延续性最好。海域和滩涂等未利用地的稳定性也很高,是人类活动影响最小的两种类型,基本处于自然演替状态。水面面积的稳定比例不高,通常只有20%左右,其“转出”方向主要是牧草地和耕地。牧草地是新生湿地内面积变动最活跃的一类,通常具有最大面积的“转入”和最大面积的“转出”,可见牧草地转移的时空范围大、频率快。有林地的面积虽然不大,但其面积稳定比例最小,是所有用地类型中最不稳定的一类。所以,大规模地搬运客土在黄河三角洲植树造林是否可行,还有待于进一步的研究和实践检验。

总之,影响现代黄河三角洲新生湿地土地利用变化的因素很多,其中黄河的水沙资源、自然灾害以及人类活动方式等因素都从不同方面影响着土地利用的方向。

参考文献

- [1] 陈述彭. 地学信息图谱的探索研究. 北京, 科学出版社, 2001.
- [2] 叶庆华, 刘高焕, 陆洲等. 基于GIS的时空复合体-土地利用图谱模型研究方法. 地理科学进展, 2002, 21(4): 349 ~ 357.
- [3] 陈述彭, 岳天祥, 励惠国. 地学信息图谱研究及其应用. 地理研究, 2000, 19(4): 337 ~ 343.
- [4] 李军, 庄大方. 地理数据集成的理论基础与集成体系. 地理科学进展, 2001, 2(2).
- [5] 秦明周. 土地利用分类及其影响因素研究. 地域研究与开发, 1997, 16(1): 13 ~ 16.
- [6] 刘高焕, H.J. Drost. 黄河三角洲可持续发展图集. 测绘出版社, 1997.
- [7] 陈述彭, 赵英时. 遥感地学分析. 北京: 测绘出版社, 1990.
- [8] Ye Qinghua, Liu Gaochuan, Tian Guoliang. Landscape evolving patterns in the new-born wetland of the Yellow River Delta, Landscape Change and Human Activity, Lanzhou, The 2nd IALE Asia-Pacific Region Conference, China, Sept. 22 ~ 25th, 2001.
- [9] 叶庆华. 黄河三角洲土地利用/土地覆被变化的时空复合研究. 博士论文, 2001.
- [10] 高志强, 刘纪远, 庄大方. 基于遥感和GIS的中国土地利用/土地覆盖的现状研究. 遥感学报, 1999, 3(2): 134 ~ 138.

Tupu Analysis of Land Use Changes in the New-born Wetland of the Yellow River Delta (YRD)

YE Qinghua¹, LIU Gaochuan², YAO Yiming², Marco. RUSSI³

(1. Institute of Remote Sensing and Applied research, CAS, Beijing 100101;

2. Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101;

3. Department of Biology University of Trieste, 34100 Trieste, Italy)

Abstract: The Geo-information Tupu is a kind of methodology that is brought up by academicians Chen Shupeng, supported by such advanced technologies as Remote Sensing (RS), Geographical Information System (GIS), Internet Communication, Virtual Reality and Cartography by computer, etc. Based on the theories and methods of Geo-information Tupu, the thesis puts forward series of Tupu Model on

land use based on Tupu unit in the new-born wetland of the Yellow River Delta (YRD). According to data from remote sensing and vector by ERDAS and ARC/INFO, four pieces of land use data are achieved. By spatial and process integration in GRID on land use change of 1956, 1984, 1991, and 1996, three periods of land use change are defined by 1956 ~ 1984, 1984 ~ 1991, and 1991 ~ 1996. By analyzing three different ways of land use changes, which include changes in land use intensity, changes in land use structure and changes of distribution in the process of land use Tupu units, it provides typical applications of land use change analysis by the methods of Geo-information Tupu. It is composed of three aspects in Tupu analysis, which include spatial query in Tupu, ordinance in Tupu units and transfer matrixes of area and probability. It analyzes land use changes in the three various temporal units. The new-born wetland (approx 85758 hm²) in the Yellow River Delta (YRD) is located in the active river mouth in the East of the YRD, which is one separate part of the Nature Reserve in YRD. During 1956 to 1996, land use intensity was arising then falling down to some extent since 1991. In land use structure, wetland and water body is the mainly usage during these period, but it tend to decline as a whole. Pasture and farm land are arising greatly from wetland and water body. Residential and industrial lands are the most stable type in land usage. Farm land is the second stable type in land usage. Forest is the most instable type of land usage. Pasture is changing most frequently in the area.

Key words : Geo-information Tupu ; Land use Tupu ; The Yellow River Delta ; The new-born wetland ; Tupu analysis

图版 I

叶庆华等：黄河三角洲新生湿地土地利用变化图谱

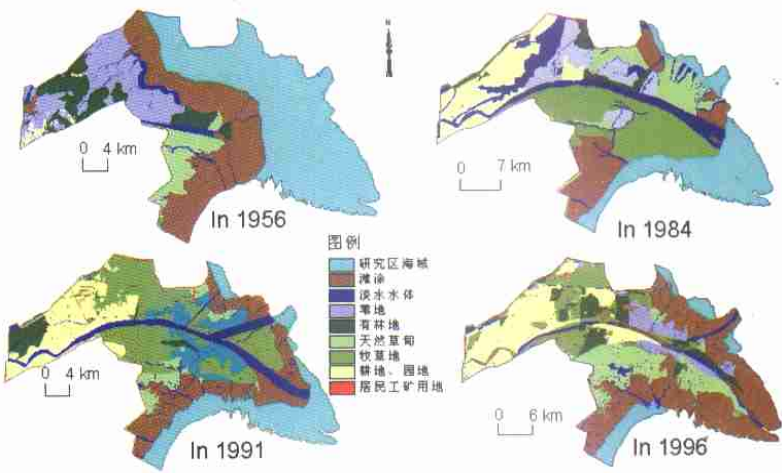


图1 黄河三角洲新生湿地土地利用系列图

Fig.1 Land Use Type in the New-born Wetland in Yellow River Delta (1956~1996)

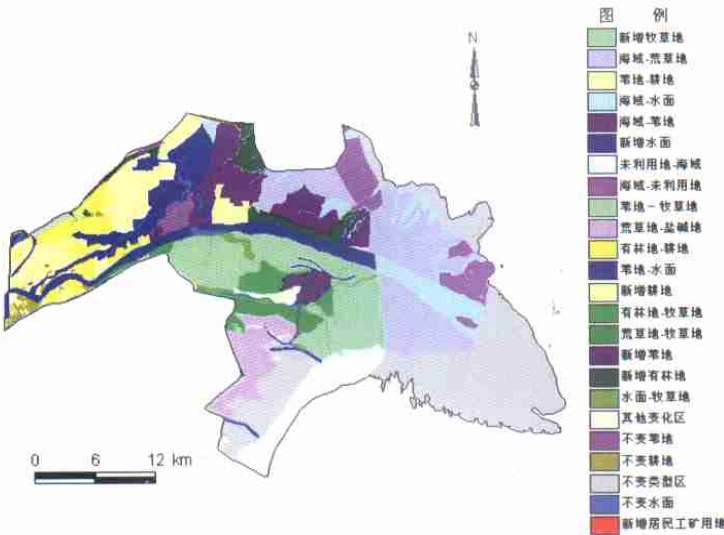


图2 黄河三角洲新生湿地土地利用变化图谱（1956~1984）

Fig.2 Tupu on Land Use Changes in the New-born Wetland in Yellow River Delta (1956~1984)

图版 II

叶庆华等：黄河三角洲新生湿地土地利用变化图谱

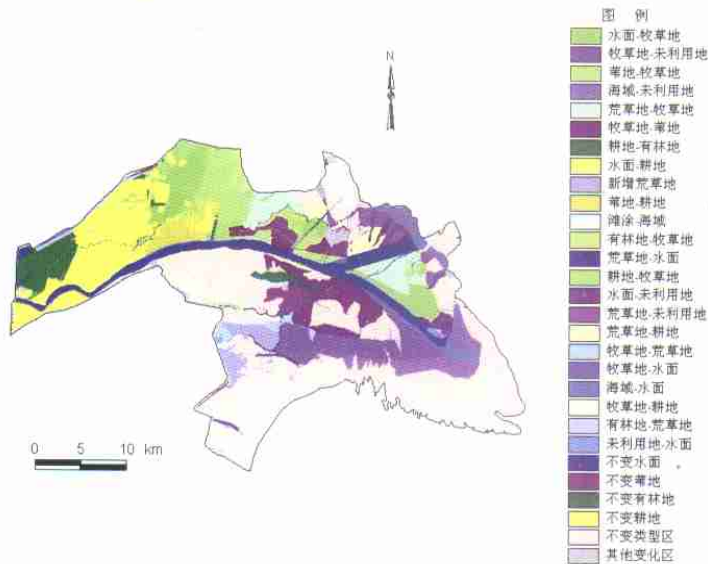


图3 黄河三角洲新生湿地土地利用变化图谱 (1984~1991)

Fig.3 Tupu on Land Use Changes in the New-born Wetland in Yellow River Delta (1984~1991)

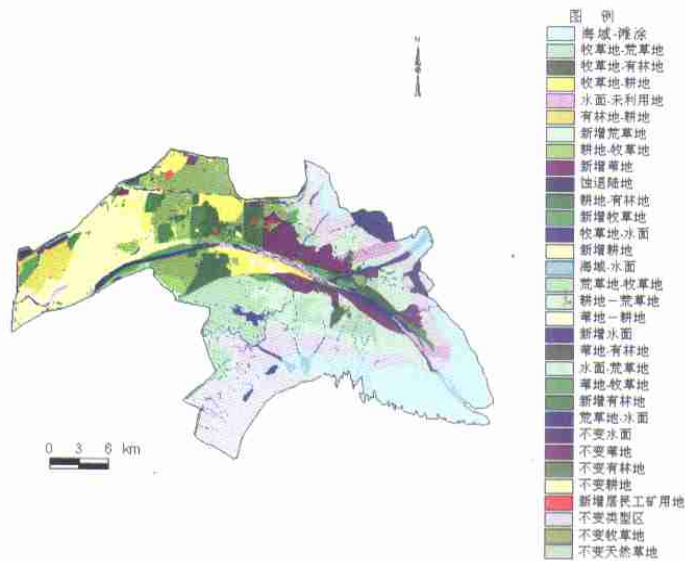


图4 黄河三角洲新生湿地土地利用变化图谱 (1991~1996)

Fig.4 Tupu on Land Use Changes in the New-born Wetland in Yellow River Delta (1991~1996)

图版 III
叶庆华等：黄河三角洲新生湿地土地利用变化图谱

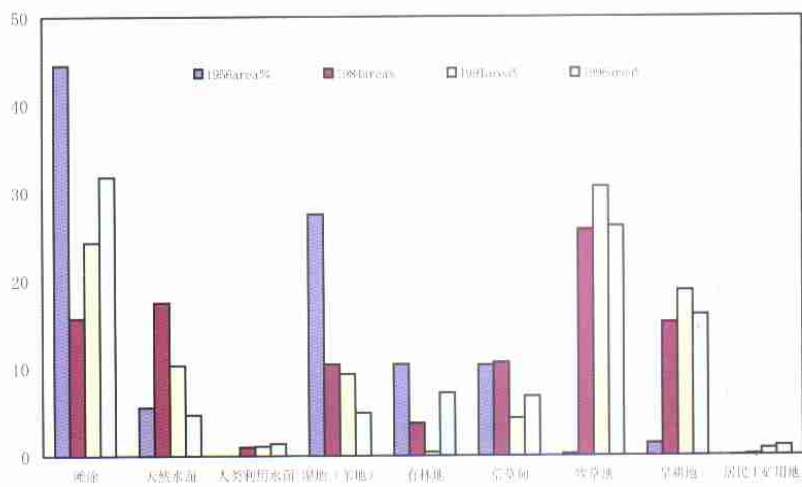


图 5 黄河三角洲新生湿地土地利用强度结构
Fig.5 Land Use Structure in the New-born Wetland in YRD

邹亚荣等：华北土地利用十年动态特征分析

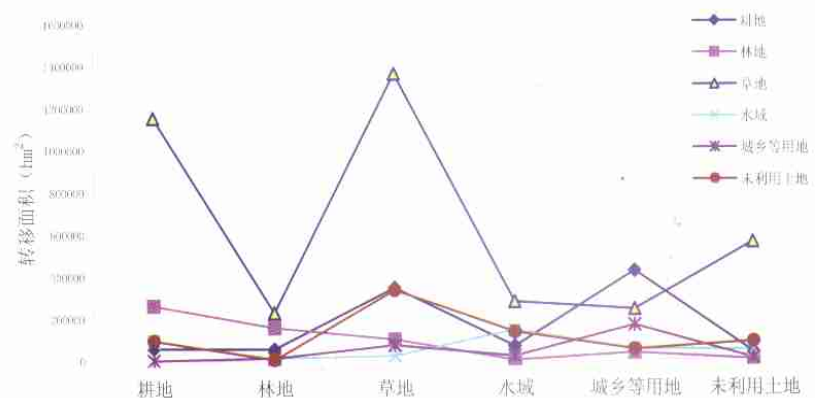


图 1 华北土地利用转换图
Fig.1 The transition of land use in huabei region