

## 基于解释结构模型(ISM)的临港产业发展分析

刘松先<sup>1</sup>,高崇华<sup>2</sup>

(1. 厦门理工学院 管理科学系,福建 厦门 361024; 2. 盐城工学院 经济管理学院,江苏 盐城 224051)

**摘要:**临港产业的蓬勃发展,已经成为沿海经济发展的主流趋势。通过对临港产业的内涵和特性的分析,认为临港产业是个复杂系统,其形成和发展受到诸多相关因素影响,各影响因素之间的关系复杂;运用系统工程的思想确定临港产业发展的影响因素,进一步分析了各个因素之间的联系;利用解释结构模型(ISM)系统化建模技术和计算机工具对诸要素的相互联系进行了逻辑运算,建立了影响临港产业发展的清晰的多级递阶解释结构系统;并且根据解释结构分级模型的结果,分析了影响临港产业发展的最直接和最根本的因素,提出了促进临港产业发展的一些建议,强调以港口竞争优势为特色,产业、港口和城市互动发展,才是临港产业持续健康快速发展的基石。

**关键词:**临港产业;影响因素;解释结构模型(ISM)

**中图分类号:**F224.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2011)03-0032-06

临港产业作为沿海区域经济的主要载体,已成为推动产业升级,增加就业,培植新的经济增长点,提高区域整体竞争实力的重要力量。目前,国内外很多港口已建立起自己的临港产业系统。实践证明,临港产业通过集聚,辐射和关联效应对港口、城市乃至整个周边地区的经济发展和社会进步起到了巨大的推动作用。但是,临港产业是个复杂的系统,其形成和发展受到诸多相关因素的影响,各影响因素之间的关系复杂。

目前,对临港产业发展的影响因素的研究主要有,李娜通过系统动力模型将影响临港产业发展的因素明确化和量化,并在 Vernism 软件环境下进行了仿真运算与政策模拟分析<sup>[1]</sup>;韩庆江认为影响临港产业发展的最大因素是地理区位、工业基础和国家政策<sup>[2]</sup>;李亚军运用多目标模糊聚类方法对各产业隶属于临港产业的程度进行了计算<sup>[3]</sup>;赵联强利用综合模糊评价方法从定性和定量角度对临港产业集群风险程度进行了评价<sup>[4]</sup>;李南对促进临港产业在地理空间上集聚并形成产业集群的运输成本、收益递增、外部经济等多项因

素进行分析<sup>[5]</sup>;李艳波,刘松先还从潜在进入者、供方、客户、替代品、同业竞争者等5种竞争力的角度对临港产业竞争力的影响因素进行分析<sup>[6]</sup>。

综上所述,许多学者用了定性和定量方法对临港产业发展的影响因素进行了分析研究。本文在对临港产业的内涵和特性分析的基础上,运用系统工程的原理和方法,找出了影响临港产业发展的19个要素,然后运用解释结构模型(ISM)的系统化建模技术和计算机工具对要素的联系进行了分析和逻辑运算,建立了临港产业发展的多级递阶解释结构模型,在此基础上,分析了影响临港产业发展的最直接和最根本的因素,并且提出了促进临港产业发展的一些建议。

### 一、解释结构模型的基本原理

#### (一)基本原理

解释结构模型(Interpretive Structural Model, 简称ISM)是美国J. Warfield教授于1973年作为分析复杂的社会经济系统有关问题的一种方法而开发的。它是将复杂的系统分解为若干个子系

收稿日期:2011-05-23

基金项目:福建省高校新世纪优秀人才支持计划(闽教科[2010]24号);福建省教育厅A类社科研究重点项目(JA10263S);2010年厦门理工学院高层次人才科研启动项目(YSK10006R)

作者简介:刘松先(1965-),男,福建永安人,教授,研究方向:发展战略与决策支持。

统,利用人们的实践经验和知识,以及计算机的帮助,应用图的矩阵表示方法和逻辑运算,对复杂系统的各组成元素(或子系统)间的本质结构关系加以层次化、条理化、清晰化描述的一种多级递阶结构模型,而展现出系统的内部结构,以及各元素之间的依存关系<sup>[7-8]</sup>。具体原理如下:

1. 建立邻接矩阵  $A$

根据与专家讨论得到各个因素相互关系,可以得到有向图和邻接矩阵(Adjacent Matrix):

$$A = \{a_{ij}\}_{n \times n}$$

式中: $A$  - 邻接矩阵,

$$a_{ij} = \begin{cases} 0 & V_i \text{ 与 } V_j \text{ 没有直接关系} \\ 1 & V_i \text{ 与 } V_j \text{ 有直接关系} \end{cases}$$

邻接矩阵  $A$  的元素是 1 和 0,属于布尔矩阵。

2. 建立可达性矩阵  $M$

可达性矩阵(Accessibility Matrix)  $M$  是用矩阵形式反映有向图各顶点之间通过一定路径可以到达的程度,它通过以下计算求得:当  $(A+I) \neq (A+I)^2 \neq \dots \neq (A+I)^k = (A+I)^{k+1} \quad k=1,2,3, \dots, n-1$

$$\text{则 } M = (A+I)^k$$

式中: $M$  - 可达性矩阵;  $A$  - 邻接矩阵;  $I$  - 同阶单位阵;

3. 确立各要素级别

假设  $R(S_i)$  为可达集(第  $S_i$  行中所有元素为 1 的列所对应要素集合),  $A(S_i)$  为先行集(由矩阵中第  $S_i$  列中所有元素为 1 的行所对应的要素集合)

若:  $R(S_i) = R(S_i) \cap A(S_i)$  则:  $R(S_i)$  为最高层级要素集

以此类推,将剩下的要素按同样的方法找出对应的层级

4. 建立层次结构图

根据各要素的层级,由高到低重新排列可达矩阵,分解缩减和分级可达性矩阵,最终使复杂系统分解成层次清晰的多级递阶结构模型。

(二) 解释结构模型的工作程序

通常解释结构模型(ISM)的应用的基本流程如图 1 所示。

二、临港产业的界定

(一) 临港产业的内涵

临港产业是与港口资源和运输优势有密切联系的生产与服务要素为实现价值最大化聚集整合

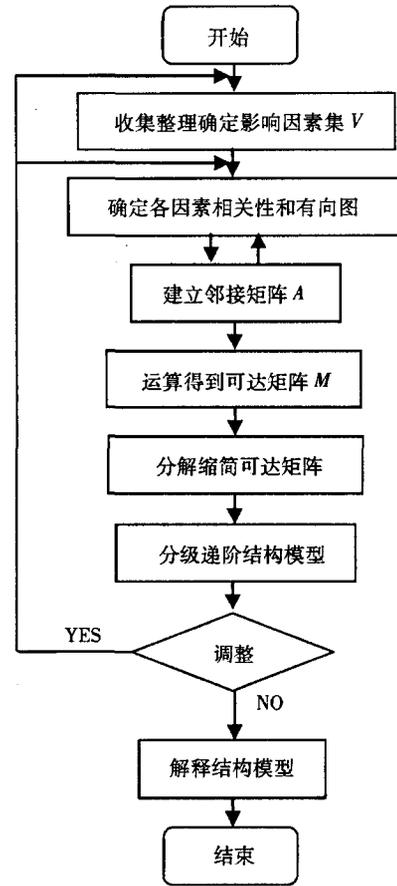


图 1 ISM 的应用流程

Fig. 1 ISM's application process

为相互合作与竞争的企业群落和促进市场行为过程形成、运作和升级的各种关系的总和。临港产业是一个动态概念,随着科技进步、人类活动范围的扩大、港口规模和功能的拓宽,临港产业的概念也在扩大<sup>[9]</sup>。

(二) 临港产业的界限

根据所给定义,本文从空间界限、时间界限和关系界限三个方面界定临港产业。

(1) 空间界限,可以简单的理解为接近港口但不超过所在城市所辖的地域的产业,具体指港口关联产业、港口依存产业和港口派生产业。

(2) 时间界限,跟临港产业的发展阶段有关,在不同的阶段,其范围有所不同。第一阶段,港口产业发展阶段,包括海运、港口装卸、仓储、物流等等。第二阶段,进一步发展,拉动重化工(依存产业)急速发展,主要有拆造船,以钢铁工业,石化加工,机械加工为主要内容的临港工业,以及由上述产业带动的关联产业如金融保险、贸易、管理咨询、旅游、娱乐等服务业。第三阶段,现代服务业

发展阶段,主要是支撑港口的壮大与重化工业的竞争力提高的信息,研发设计等知识密集型服务产业。

(3)关系界限具体是指促进港口产业发展的政府因素、行业协会、商会、大学、研究机构等。

很明显,真正的临港产业是特定时间、空间和各种关系的交集。

(三) 临港产业的性质

临港产业具有以下性质:

(1)生态共生。临港产业集群内的不同企业之间以及临港企业与港口之间存在一定的分工、竞争和协作的关系;临港产业与腹地产业的演进共生,在产业升级、技术进步和提升服务功能等方面存在互动性,相互之间有共生效应,形成一个商业生态系统。

(2)具有高度开放的性质。临港产业是依靠口岸优势发展的,在全球要素流动和产业转移背景下,原材料和产成品在很大程度上都基于国际市场,外向型程度高。

(3)市场行为与政府和其他组织的多重作用。临港产业的形成是市场和相关生产关系共同起作用的结果,受到政府和其他组织的促进和制约。

(4)复式集群。临港产业集群一般是若干个专业化产业集群的复合体,如同时存在造船产业集群、石化产业集群和钢铁产业集群等,产业覆盖面广,属于复式集群<sup>[10]</sup>。

三、临港产业发展解释结构模型的构建与分析

(一) 建模

1. 确定要素集

通过专家调查和系统分析,得到影响临港产业发展的要素集  $v$ 。

(1)政府  $v_1$ 。包括政府服务水平,执政水平,软硬件建设等。

(2)临港产业竞争优势  $v_2$ 。包括引进企业的竞争力,结构水平,投资环境等。

(3)港际间临港产业竞争  $v_3$ 。临港以及非临港产业的竞争。

(4)腹地经济  $v_4$ 。腹地区域经济水平,充足的进出口和集装箱货源等。

(5)城市水平  $v_5$ 。包括经济的,政治的,文化的,科技的,着重强调城市品牌。

(6)思想观念  $v_6$ 。对港口的重视,观念和机制等。

(7)科技信息化  $v_7$ 。信息的处理,共享,科技实力和智力支撑等。

(8)基础设施  $v_8$ 。交通,水电气等。

(9)要素价格  $v_9$ 。临港产业发展所必须的人,财,物,信息,科技等的价格。

(10)港口竞争力  $v_{10}$ 。港口自然和经济条件,经营水平等。

(11)人口素质  $v_{11}$ 。市民,员工的品德素质,技能,学习水平,整体状态等。

(12)资源禀赋  $v_{12}$ 。主要是指自然资源。

(13)产业竞争力  $v_{13}$ 。包括行业协会,物流水平,工业,科研水平等。

(14)支持产业  $v_{14}$ 。金融,娱乐,餐饮,旅游,教育,医疗,社会服务等。

(15)位置  $v_{15}$ 。包括经济位置,地理位置,战略位置等。

(16)市场需求竞争力  $v_{16}$ 。国内外市场对其的消费依赖程度。

(17)产业基础  $v_{17}$ 。现有的临港产业水平。

(18)发展战略  $v_{18}$ 。

(19)临港产业的发展  $v_{19}$ 。

2. 建立可达矩阵

聘请专家对上述 19 个因素的相关性进行确认,得到邻接矩阵  $A$ 。

将相邻矩阵  $A$  加上同阶单位矩阵  $I$ ,根据布尔代数规则进行乘方运算,即:

$$0+0=0, 0+1=1, 1+0=1, 1+1=1, \\ 0 \times 0=0, 0 \times 1=0, 1 \times 0=0, 1 \times 1=1$$

直到两个相邻幂次方的矩阵相等为止。本文应用 Excel 软件进行计算,得到的相等的矩阵中幂次最低的矩阵即为可达性矩阵,如图 2 所示。

3. 缩减可达矩阵

通过计算和调整,确立了影响临港产业发展的九个等级,经过排序和缩减的可达矩阵如图 3 所示。

4. 多级结构模型图

对应的临港产业发展的多级结构模型如图 4 所示。

	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$	$v_8$	$v_9$	$v_{10}$	$v_{11}$	$v_{12}$	$v_{13}$	$v_{14}$	$v_{15}$	$v_{16}$	$v_{17}$	$v_{18}$	$v_{19}$
$v_1$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
$v_2$	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
$v_3$	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
$v_4$	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
$v_5$	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1
$v_6$	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
$v_7$	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
$v_8$	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
$v_9$	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
$v_{10}$	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
$v_{11}$	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
$v_{12}$	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1
$v_{13}$	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1
$v_{14}$	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
$v_{15}$	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
$v_{16}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
$v_{17}$	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
$v_{18}$	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
$v_{19}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

图2 可达矩阵  $M$

Fig.2 Accessibility matrix  $M$

	$v_{19}$	$v_3$	$v_{16}$	$v_{10}$	$v_1$	$v_2$	$v_9$	$v_6$	$v_7$	$v_{13}$	$v_{15}$	$v_{17}$	$v_{11}$	$v_5$	$v_{14}$	$v_8$	$v_4$	$v_{12}$
$v_{19}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$v_3$	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$v_{16}$	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$v_{10}$	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$v_1$	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$v_2$	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$v_9$	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$v_6$	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
$v_7$	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$v_{13}$	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$v_{15}$	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
$v_{17}$	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
$v_{11}$	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
$v_5$	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
$v_{14}$	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
$v_8$	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
$v_4$	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
$v_{12}$	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1

图3 缩减的可达矩阵

Fig.3 Abbreviated accessibility matrix

(二)解释结构模型

从结果看,临港产业发展系统是一个具有九级的多层递阶结构系统。其中临港产业的发展 $v_{19}$ 处于第1级;港际间临港产业竞争 $v_3$ 和市场需求能力 $v_{16}$ 直接影响临港产业的发展,处于第2级。这是因为有市场和竞争力的临港产业才能生存和发展起来。显然腹地经济 $v_4$ 和城市水平 $v_5$ 两个要素直接影响着临港产业的需求能力。而思

想观念 $v_6$ 、临港产业优势 $v_2$ 和港口竞争力 $v_{10}$ 将对临港产业的市场竞争力有直接的影响。港口竞争力 $v_{10}$ 又由腹地经济 $v_4$ 、城市水平 $v_5$ 、政府 $v_1$ 、临港产业优势 $v_2$ 、发展战略 $v_{18}$ 、科技信息化 $v_7$ 、思想观念 $v_6$ 、产业竞争力 $v_{13}$ 和要素价格 $v_9$ 决定的;资源禀赋 $v_{12}$ 直接影响着临港产业的发展观念;临港产业竞争优势 $v_2$ 和发展战略 $v_{18}$ 互相影响;影响临港产业竞争优势的要素有科技信息化 $v_7$ 、城市水平

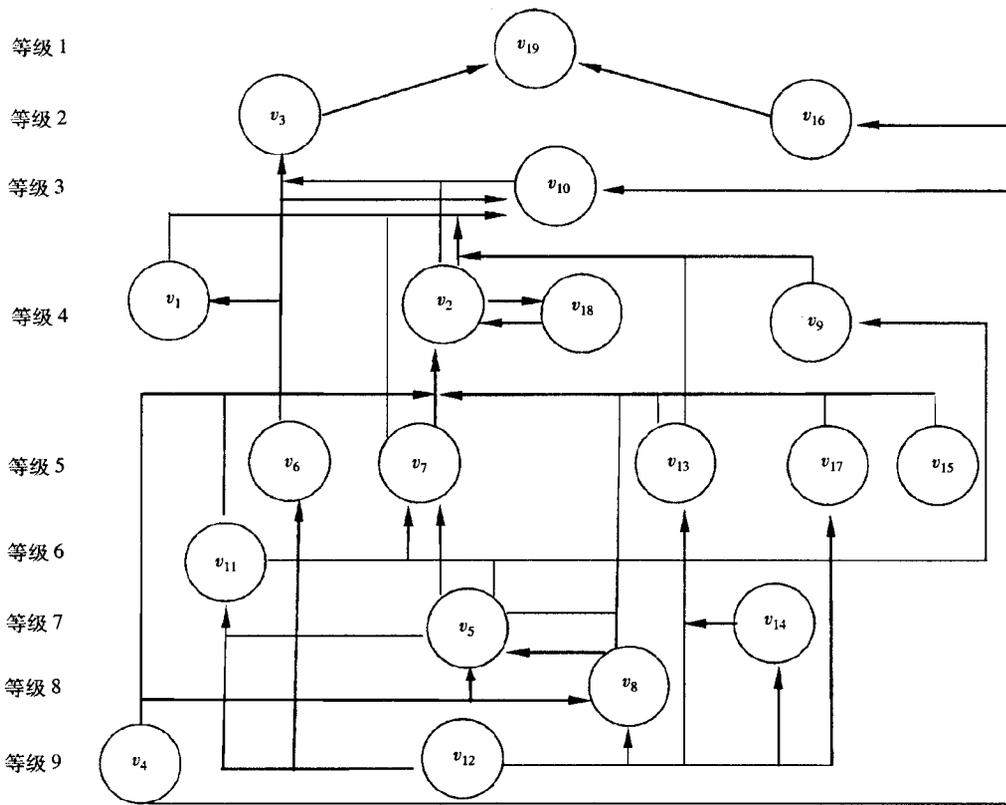


图 4 临港产业发展的多级结构模型

Fig. 4 ISM of port - vicinity industry development

$v_5$ 、产业竞争力  $v_{13}$ 、基础设施  $v_8$ 、腹地经济  $v_4$ 、人口素质  $v_{11}$ 、产业基础  $v_{17}$  和位置  $v_{15}$ ；要素价格  $v_9$  主要是由城市水平  $v_5$ 、科技信息化  $v_7$  和人口素质  $v_{11}$  决定的。要想提高信息化程度，人口素质和城市水平将是至关重要的。产业竞争力是由资源禀赋、基础产业和基础设施决定的。产业基础是由基础设施和资源禀赋决定的。要想发展人口素质，城市水平和基础产业是两个基本因素。基础设施对城市水平有影响。腹地经济和资源禀赋将会对基础设施产生影响。

#### 四、建议

根据以上分析，为了促进临港产业发展特提出如下建议：(1) 创造临港产业的规模效应，充分挖掘现有不断增长的腹地市场，同时着力提高港口和临港产业竞争力，以拓展更大的市场，服务更广的经济腹地  $v_4$ 。(2) 完善港口基础设施  $v_8$ ，特别是临港产业赖以生存的港口实力，临港产业的发展离不开港口和城市的支持。(3) 协调整合现

有的资源，优化产业结构，提高临港产业的内生增长。(4) 提高临港产业关联度，扶持与临港产业相关及支撑产业的发展，推动临港产业集群形成。(5) 建立集中的信息交换中心，提高临港产业的整体竞争力。(6) 为临港产业发展提供优秀的人才，特别的增加现有员工的培训，以稳定提高企业的发展能力。(7) 增强政府及其它组织的综合服务能力。

#### 结语

临港产业本身就是一个由众多相互作用的因素构成的复杂系统，临港产业的发展不应割裂各影响因素之间的内在关联关系。多级递阶解释结构模型 (ISM) 有助于理清各影响因素之间的关系，有利于根据它们的层次性和相互依赖性采取相应的措施。

总之，以港口竞争优势为特色，产业、港口和城市互动发展，才是临港产业持续健康快速发展的基石。

**参考文献:**

- [1] 李娜. 基于系统动力模型的临港产业发展研究[D]. 大连海事大学, 2008.
- [2] 韩庆江. 临港产业发展路径与发展趋势研究[D]. 上海海事大学, 2007.
- [3] 李亚军, 杨忠振. 临港产业隶属指标的多目标模糊聚类分析[J]. 技术经济与管理研究, 2010(3): 27-30.
- [4] 赵联强, 贾晓霞. 临港产业集群风险的综合模糊评价方法研究[J]. 科技管理研究, 2010(5): 157-160.
- [5] 李南. 临港产业集聚的基本影响因素[J]. 水运管理, 2008, 30(2): 11-13.
- [6] 李艳波, 刘松先. 基于波特竞争力模型的连云港港口物流竞争战略分析[J]. 淮海工学院学报: 社会科学版, 2009, 7(1): 71-74.
- [7] Warfield J N. Participative Methodology for Public System Planning[J]. Computers & Engineering 1973, 1(1): 23-40.
- [8] 汪应洛. 系统工程理论、方法与应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998.
- [9] 李艳波, 刘松先. 创新型临港产业集聚机理及其对策研究[J]. 科技管理研究, 2010, 30(11): 18-23.
- [10] 李南, 刘嘉娜. 临港产业集群的经济特征与国际经验[J]. 水运工程, 2007(5): 35-38.

## Analysis on Influence Factors of Port – vicinity Industry Based on ISM

LIU Song-xian<sup>1</sup>, GAO Chong-hua<sup>2</sup>

(1. Department of Management Science, Xiamen University of Technology, Xiamen Fujian 361024, China;  
2. School of Economics and Management, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China)

**Abstract:** The vigorous development of port – vicinity industry has become the main trend in the coastal economic development. By exploring the connotation and characteristics of port – vicinity industry, this paper points out that the port – vicinity industry whose formation and development are influenced by many related factors is a complex system and the relationship among those factors are complicated as well. All the elements of influencing port – vicinity industry development are determined through the systematic engineering idea and the links between those factors are further analyzed; Then the connected factors is logically operated by systematic modeling technology of ISM and computer; Finally, a multilevel hierarchic interpretive structural system which affects port – vicinity industry development is clearly established; According to the results of classified model of interpretative structure, this paper analyzes the most immediate and the most critical factor which affects port – vicinity industry development, and puts forward some suggestions to promote the development of port – vicinity industry, and emphasizes that it is the cornerstone of the continuous, healthy and quick development, taking industries, ports and urban interactions of port – vicinity industry development in port competitive advantage as characteristics.

**Keywords:** port – vicinity industry; influence factor; Interpretive Structural Model (ISM)

(责任编辑:李 军)