



SHANGHAI

and

Marintec offshore

China

国际海事技术学术会议

第五卷

港口和
货物处理

VOLUME 5

Ports
and cargo handling

学术会议论文

中文部分

CONFERENCE PAPERS

Chinese Language Edition

中国 上海 10月22日至26日

联合主办单位
上海市造船工程学会

国际海事技术出版集团

SHANGHAI, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA, OCTOBER 22-26

Jointly organized by
The Shanghai Society of Naval Architecture and Marine Engineering
and the
International Marintec Press Group

U66-53
S29
5

277411

1983年

国际海事技术学术会议

海事技术部分

卷5 (i)

10月23日(星期日)下午

Q.4 计算机辅助港口吞吐量规划

P. T. van der Tol, 鹿特丹码头联合体市场总经理[荷兰]

Q.1 港口发展的经济性

Eric E. Pollock, 英国港口联合会[英国]

Q.2 港口规划及模拟模型的应用

A. Macknight, 阿历克斯·麦克拿脱协会[澳大利亚]

Q.3 港口设计与发展

John N. Black, 伦敦港务总裁[英国]



1/2 ~~2~~ 10

1983年
国际海事技术学术会议
上海
10月22-26日

计算机辅助港口吞吐量规划

P. T. van der Tol
鹿特丹码头联合体市场总经理
荷兰

中国国内版权：上海市造船工程学会

中国之外世界版权：MarIntec Press (Far East) Ltd.

1983年10月

计算机辅助港口吞吐量规划

P. T. van der Tol,
鹿特丹码头联合体市场总经理(荷兰)

一、前言

当人们承认货物的海运是商品从生产者转到消费者的整个过程中的一个环节时,那么由港口码头经营者(PTO)提供的港口服务就构成运输系统的一部分。PTO在这儿起到了支系统的作用。PTO提供的服务,即支系统的内容如下:

— 货物从远洋货船装卸到其它运输工具上(驳船—卡车—货车—海轮),或反之,从其它运输工具装卸到远洋货船上。

临时存放全部或部分货物,以解决远洋货船和/或其它运输工具在到达港口的时间上可能产生的矛盾。

— 货物存放储运仓库,以便转运或分期发运。

鹿特丹码头联合体是鹿特丹港的一个主要的港口码头经营者,它提供的服务内容为:

— 集装箱码头经营者,在自动化集装箱码头装卸全集装箱(格式)船(1982年吞吐量: 350,000只集装箱)。

— 多用途码头经营者,在多用途码头装卸各种普通的多用途滚装船和专用货船(1982年吞吐量: 150万吨)。码头上有作为辅助手段的仓库和分配机构。

码头联合体运用“决定支持系统”(DSS)(计算机程序名——译注)对装卸和储运业务作出决定。本文旨在提供使用其中一个叫“多计划”(程序名)系统时所涉及的一些基本想法。“多用途码头组织”用它来制订所需装卸能力、人员和设备的中、长期计划。我们也研制了全集装箱业务用的类似系统“单计划”,但本文不作介绍。

下列主题与“多计划”的应用密切相关:

- “多用途码头经营者”(MPTO)在杂货运输链中的作用,
- 变化不定的杂货市场,
- 计划步骤,
- “多计划”系统的应用,
- 货物管理和报告,
- 小结。

二、多用途码头经营者在杂货运输链中的作用

自从人们创造了越洋过海的办法以来,货物海运也就问世了,其原理将来也肯定是不变的,但运输技术(装卸和装卸)将进一步发展,和总的运输过程越益不可分离。

这意味着在海洋一侧装载的货物将以类似方式在彼岸卸下。所以在日益增长的货物从生产者转到客户手中的整个运输过程中,港口码头经营者至少组成了两个运输环节。遗憾的是这两个环节经常互不通气,因而完全各行其事。从经营成本和商业服务的观点看,应该通过相互磋商来改善这种状况。

PTO在运输过程中提供的服务说起来很简单:货物直接或间接地从一种运输方式换成另一种运输方式。

非散装货(通常称杂货)市场是一个非常复杂的市场,因为:

- 许多客户
 - 许多产品
 - 许多间接的有关部门
- 他们对运输过程都有影响,因此PTO必定会得出结论:从“服务”观点看,有以下两个支配因素:
- 服务需求的不规则性,
 - 尽可能既快又好又省地装卸货物,
- 考虑到第二点,它包含有许多互相矛盾的成份。

另外,上述参与市场的各方由于经济力量,产品的变换和/或技术的发展,必要时能够并将从自身利益出发随意改变运输方式和/或货物外观。而PTO在装卸前对这些变化却一无所知。

综上所述,可以这样说,PTO实际上是“市场的侍从”。这对一个要长期生存下去的PTO来说,是不可接受的。

从合理满足上述市场参与者的要求出发,PTO必须积极主动并富有进取心,不但要巩固今天的业务,而且还要加强其在未来的剧烈竞争中的地位。

因此不管有没有其它参与者的合作,PTO必须向前看,因为投资(或计划中的投资)必须要有收益。事实上,照顾好雇员是第一位的,因为公司的社会责任远不是支付工资而已。

三、变化不定的杂货市场

综上所述,可得出—结论:PTO可能了解市场的发展情况,但无法对市场施加影响。

现在来看一下鹿特丹港的总的杂货市场(见图1)。显而易见,最近10年里它发生了重大变化,虽然变化速度比较缓慢,但货物外观似乎将不顾经济的衰退而发生进一步的变化。

如果删去鹿特丹港全集装箱和轮渡码头的数字(见图2),发展的印象更深刻。世界上其它杂货PTO迟早也会多少遇到这种情况。

吨位的发展转换成“直接”人员的就业问题也很引人注目。据统计,1980—1990年之间(见图3)“直接”人员的需求(码头工,工长,卡车和吊车司机)将削减一半。

这方面不但所需人员的数量是个问题,而且对人的作用的重新评价也是一个重要因素。当PTO的设施和设备逐渐转变成具有工业性质时,更是如此(见图4)。

然而,PTO不但应致力于上述发展,而且还应认清其它部门(见图5)和发展所带来的影响,因为它们可能对整个组织有较大的冲击。

由此可见,市场的全面研究和分析在港口码头经营业务中起着重要作用,而且根据由各种准则得出的研究和分析结果在继续纳入制订人员、设施和设备需求的中长期计划,特别是中期计划。

供决策的情报应随贸易情况的变化而随时提供,这一点颇为重要,因此PTO必须依靠先进的技术,迅速获取精确的简报。

四、计划

就港口码头业务而言,计划事实上就是决策,涉及的内容有:

1. 码头的吞吐量和布局,
2. 诸如吊车、铲车等设备的型号和数量,
3. 人员数量和工种(码头工,工长,司机,检验员,职员等),
4. 装卸能力、人员和设备的逐日配备。

在鹿特丹码头联合体,多用途业务计划分成:

— 战略计划(长期=可长达5年,着眼于10—15年),包括公司今后几年的目标的制定以及码头吞吐量和布局的初步规划。

— 管理计划(中长期=1个月至1年半),系以战略计划为出发点,订出人员(数量和质量)的配备计划及所需设备的型号和数量。

— 工作计划(短期=逐日,每周至1个月),合理安排装卸能力,以最有效方式突击完成各项任务。

长期计划主要处理长期投资,短期计划是逐日调配人员和设备,因此经营成本不可能进行大的重新调整,所以选取中期计划作为计算机辅助规划的基础,具体要求是“以最低成本最佳地使用人员和设备能力”。

关于这一点应注意到,就西欧劳工关系惯例而论,特别是在荷兰,计日雇用制在社会上是行不通的。因此几年前鹿特丹港的PTO在鹿特丹港成立了所谓的劳工同盟,以保证盟员的工资。PTO本身人员不足时,可按日要求该同盟派人来工作(见图6)。铲车司机也有类似的组织。于是在使用本身雇员和劳工同盟/铲车同盟工人的数量关系上,PTO可获得一最佳比例。

为此从1978年开始作试验,研制各种系统和模型,这样有助于确定必要的重新调整的方针。这方面我们已开始和AKB公司(经营研究和计算机科学咨询公司)合作,因为他们曾参加研制劳动力需求有巨大变化的鹿特丹劳工同盟的预测模型。

最后,最高管理部门于1979年决定分配一定费用研制多项目经营的中期计划模型。它应有助于管理部门用最经济方式将码头生产手段和资源转化为货物的装卸工作,并提供:

— 最佳的人员、设备使用率,

— 以米为单位的码头使用长度和以平方米计算的室内/露天储存设施的使用计划。

系统研制成功以后,我们分析了多用途码头组织,因为业务管理人员必须会使用先进的管理技术。

对于简单的运输过程,业务经理无需和别人商量就能做出决定,因为他们头脑里储存有人们称为“灵感决定”的资料。在计划系统中,运输过程如前所述越来越复杂,“凭经验”办事的经理注定要或可以重新接受使用先进管理技术的训练。当今和未来的管理人员不仅必须了解,而且会使用已研制成功的记录和管现系统。这些系统不仅是情报来源,而且主要是作为更先进模型的基础。管理人员能凭借模型统筹兼顾,作出更合理的判断。

五、“多计划”的应用—直接雇员、设备和储存设施中期计划的“决定支持系统”(DSS)

最近10年内,码头联合体在以下几方面使用了计算机系统:

- 金融: 预算,开发票,工资管理,信贷管理。
- 经营: 货物统计,货物装卸资料,劳动力资料,

设备工况报告。

但这些系统无法解决“多用途码头组织”的一个关键问题，即“客户要求千变万化，而PTO的服务是非常有规则的”。换言之，客户只是偶而需要人员、设备和设施方面的服务，而PTO始终要掌握一批固定的人员、设备和设施。为此研制DSS“多计划”系统来协助管理，以始终保持“PTO能随时以尽可能低的成本向客户提供最佳服务”。

DSS的出发点是：

输入：仅仅是有关的多少便于稳定不变的重要数据，

处理：现实和客观的计算原理。

输出：仅仅是决策需要的信息。

此外，重要的是该系统应成为：

一 经理随手可用的工具，

一 对话式，

一 便于操作，无需掌握计算机和编程知识，

一 便于需要时扩展成连接，

一 处理历史的和未来的数据输入。

以此为基础，着眼于“多计划”的应用，有必要提供一些背景材料：

a) 模型建立的方法

b) 模拟能只到港过程

c) 计算堆栈和/或堆场能力。

为此，AKB公司将其论文的部分章节交由我们处做，最近在法国波尔多召开的两年一度的ICHCA会议上宣读了这篇论文。

a) 模型建立方法：

计算机模型的建立有几种方法，最常用的是过程模拟模型。使用时，用户在计算机内重现实际过程，然后变换某些决定港口码头动态的参数，用模拟港口码头作业方式来评价一段时间内，如一年内码头在新形势下的动态。

其优点是不熟悉模型建立的人员也能理解。另一个优点是能引入实际过程中最复杂的成份，如复杂的装卸卡车的优先规则。过程模拟方法也有不足之处，首先是费用昂贵，建立这样一个模型至少要1个人·月，但1个人·年成更多些也并非偶然。

如果用该模型评价改善现有设施功能的决定是否合理，则可果用实际经营统计数据。但若事关新设施或安装与现有系统毫无相似之处的新设备，就需要有假定条件，如假定的到港过程或服务情况。而这些必须建立在其它模型上：分析模型。例如要评价一年内货物总吞吐量一番时港口设施的能力是否适应，那么理有船只到港过程的统计数据就毫无用处，于是就需要用分析模型反映船的动向。另一个不足之处是模拟过程的判定与实际过程同样复杂。人们可以得到大量的统计数据，但通

常必须要由统计行家才能得出结论。最后，模拟时计算机一般都需要工作许多时间，这样费用昂贵，且不适合联机操作，所以要需模拟模型建立“决定支持系统”也许也是困难的。

为了评价一、两个可能性，充分利用计算机并不是一个严格的限制。但如果用模型在一个连续范围内变换几个参数来选取最佳功能，则过程模拟方法的成本可能令人望而怯步。

其它模型是以数学为基础的分析模型。模型中特性性能指示仪的动态直接与港口码头参数有关。就性能最佳化而言，这些模型更为理想，因为他们评价一种可能性所需的时机一般都比模拟模型少得多。由于参数和特性之间的任意关系，参数灵敏度分析有较好的机率，这是又一优点。对于无实际数据，参数他经常是根操可靠数据确定的，所以这一点很重要。

对于“用户”和管理人员来说，分析模型一般并非一目了然，这是一个不足之处。另一个缺点是某些方面无法模拟，必须忽略不计。但愿目前在能力和排队理论方面的经营研究进展良好。显而易见，两种方法都有其各自的优点，因而在各个具体情况，必须择优而用。合理的方法是两者都用：‘决定支持系统’佳用分析模型，模拟模型则用来检查分析模型。

模型建立的过程如下：

1. 对现有业务作统计分析；
 2. 与港口码头经理合作确定一组情况；
 3. 建立分析模型；
 4. 如可能，模型参数转化为现有业务量，用第一步获得的统计数据检验分析模型；
 5. 分析模型引入DSS，供管理人员使用；
 6. 指导和协助管理人员使用一段时期DSS；
 7. 计划执行一段时间后，评价DSS使用效果。
- b) 船舶到港过程模型：

模拟鹿特丹港PTO和港务局收集的大量数据所作的几次统计分析，不能否定能只完全按随机过程抵达码头的假定条件，这就是说船只到港过程可看作是一个“泊松过程”。当然也有不同的到港过程（例如一个假定的港口码头只装卸只有一条船的一条航线上的货物）。但即使是任务波动很大的几条航线的码头，泊松过程仍不失为一个良好的到港过程的文字说明。这种现象的一个原因就是计划到港时间受天气干扰。另一个原因可用数学定理解释：单独分配相同间隔的到港过程的重叠汇合成泊松过程。

对于整个港口，这是一个良好的近似表达法。若怀疑随机性，现有非常简单的试验可验证泊松到港过程的假设条件合理与否。到港过程的这种特性造成泊位占用情况有很大的波动性，进而引起码头工作负荷的波动。

一般来说这是不可避免的。为此，港口码头必须有超量的码头和堆栈设施。但PTO相互密切合作可适当减少超量设备和人力。

制订计划，需要有到港过程特性的定量概念。泊松过程仅有一个参数：船只到港的日平均数。但在较长时间内，如一年内的预计数难以估算。然而若是多用途码头，就能根据船舶代理人的合同来估算各类货物的总吨位。各类货物装船的平均数可根据历史资料判定。下列公式可用以估算预计到港的船只数：

$$\sum_{j=1}^n M_j m_j / \sum_{j=1}^n m_j^2$$

式中 n = 货物种类
 m_j = 根据历史数据估算的货物 j 的每条船的平均吨位

M_j = 一段时期内货物 j 的预计总吨位

它具有良好的统计学特性，便于计算与估算值的标准偏差，由此可了解估算质量。到港过程完全是由此定量法决定的。现有许许多多有效的，根据排队理论建立的分析模型，它们可以分析泊位、堆栈等的使用效率。

c) 堆栈和堆场能力

这部后显公式计算堆栈或堆场的能力，但限于露天堆场的计算，堆栈内的杂货用同样方法计算。由公式推导的分析模型非常简单，不忽略实际过程特性。事实上这种情况无需使用模拟模型。关于集装箱堆场的能力有两个问题：

1. 已知船只到港过程，堆场应多大？

2. 已知堆场大小，它能容纳的到港过程密度有多大？

当然，堆场的使用将随船只到港和进出口杂货吨位而波动。

堆场始终保持有足够的容量，导致堆场使用效果差，因此不经济。

经营者不得不接受堆场溢出。为了确定堆场能力，必须选择一个溢出机率，如5%，换言之，堆场只容纳货物的95%。

假定进出口货物分别储存在堆场里的不同位置，由于进出口货物的处理是相同的，因此只研究进口货物就能说明问题。以下是计算堆场储存能力所必需的统计数据：

1. 船上货物的平均吨位 (a),
2. 每条船就货的标准吨位差 (s),
3. 到港过程密度，即船只到港的日预计数 (λ),
4. 货物停留堆场时间的累计频率分布 (R)。

注意： $R(t)$ 是留在堆场上的货物。然后规定一合理的溢出机率 (c 这个量为 P)。堆场上货物的平均吨位为：

$$A = \lambda \cdot a \cdot [R(1) + R(2) + R(3) + \dots]$$

堆场上货物吨位的变化：

$$V = \lambda \cdot a \cdot \{ R(1) [1 - R(1) + R(2) (1 - R(2) + R(3) (1 - R(3) + \dots)] + \lambda \cdot (a^2 + s^2) \{ R^2(1) + R^2(2) + R^2(3) + \dots \}$$

最后，如果 $P = 5\%$ ，那么堆场能力必须是：

$$A + 1.96 \times V^{1/2}$$

对于注意 P 值，设 U_p 为标准的正态分布偏差率，公式变为：

$$A + U_p \times V^{1/2}$$

它解决了第一个问题。为了解答第二个问题，必须注意 A 和 V 公式中有一个显因数 λ ：

$$A = A_0 \times \lambda \quad \text{和} \quad V = V_0 \times \lambda$$

于是问题归结为解二次方程的未知到港率 λ ：

$$\lambda A_0 + \lambda^{1/2} U_p V_0^{1/2} = c$$

式中 c 是已知堆场能力。

如果进出口货物在堆场的位置可互换，那么固定溢出机率的总能力就小于进出口两个溢出能力之和。这可用类似方法计算。

显而易见，在 DSS 中加入这样一个公式比建立一个非常复杂的模拟模型更容易，后者不见得能提供更好的信息。

再说“多计划”的执行（见图7、8和9），当泊位数（=码头长度）是唯一难题时， DSS 的第一步是计算码头能力。为此设想货物尽可能快地装卸，这意味着装就大部分货物的仓位（重仓），在有效工作时间内始终处于工作状态。仓位工作量取决于货物的外观和吨位。

运用依历史数据为根据的货物生产速度，可容易地算出船上的预计工作量，由历史数据还能决定重仓位所占的工作量。它和平均等待时间及滞留时间一起决定船只的使用时间，进而决定泊位占用时间。泊位占用的分布情况由标准排队模型计算而得。泊位的随时占用机率是：

$$P_n = c (\lambda \times r)^n / n!$$

式中 $n = 1, 2, 3, \dots, n$ ， r 是平均使用时间， λ 是到港过程密度， c 是取决于泊位总数的常数。

所以泊位的利用和预计滞期次数的计算很方便。滞期就是假定船到港后，找不到空泊位而转到另一个PTO泊位。人力和设备工作载荷分布的计算也比较简便。同时，可综合考虑生产速度的波动。

如果人力资源有限， DSS 的第二步是计划装卸能力，船不用最快装卸速度。这些限制的否果用分析模型也能处理，但比上述显公式更复杂。

决策人根据人力资源的限制选择：

1. 可接受的预计滞期次数，
2. 可接受的船只延迟。

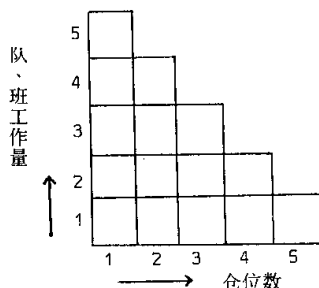
为了便于决策， DSS 也显示成本因数。

最后， DSS 计算出必须由本公司工人完成的最佳工作载荷。余下的工作载荷必须由召之即来的劳工同盟工

人完成，但费用更高。铲车也可作同样的计算。堆场和堆栈的利用可由类似5.c节所述的公式计算。

如前所述，船上装载大部分货物的仓位——“重仓”，事实上是由船在港内的装货时间决定的，它对整个计划系统有重大影响。

现用以下实例作解释：



上述例子说明，“重仓”需要5个队一班。为了完成船舶的装卸，可有几种安排：

班次	装卸队数		
	最少	最多	最佳
1	1	5	3
2	2	4	3
3	3	3	3
4	4	2	3
5	5	1	3
	15	15	15

经1978和1979年试验后，“多计划”于1980年初开始执行，并已有所扩展，如“港口计划”能供港务局根据下列不同情况评价未来十年内的各种选择方案：

- 将来的货物量，
- 货物混装的变化（集装箱，托盘，滚装），
- 生产力变化，
- 船舶发展的变化（大小和种类），
- 所有“直接”操作人员的结盟，
- 所有设备组合。

各种情况对港口能力或最佳港口能力的后果由数学模型计算。

码头联合体断定，DSS“多计划”对于我们为节约货物装卸业务费用所作的不懈努力是一个极大的帮助，因而人员和/或设备的停放时间始终保持着非常合理的百分比。这在必须解雇人员的时期更是如此，但从我们对雇员及其家庭的社会责任来看，发生这种事情是非常不愉快的。

但我们必须随时警惕，因为杂货市场始终处于变化状态，甚至可能变化得更快。

“多计划”的引进有益于改善工作态势，因为目前大部分工作都由计算机操作。计划部门人员能集中精力，研究各种“分析”和“决策”因素。

最后但并非不重要，当PTO必须对失去现有业务合同，而获得一个新合同的后果作判断时，“多计划”系统能提供极大的帮助。

如本文开头所述，全集装箱码头的计划和控制系统本文不予介绍。码头联合体和AKB公司一起，考虑到客户的4项主要要求，研制了集装箱业务的专用系统：

- 1) 有足够的集装箱储存能力，
- 2) 有较高的货船和内陆运输的服务水平，
- 3) 高度可靠性，
- 4) 总的机动灵活性能。

六、货物管理和报告

前面已概要叙述，如果要DSS“多计划”系统发挥良好作用，其根本要求就是管理部门必须有关于设施、设备和人力性能及作业能力方面的实际精确情报。

因此多用途组织的“自动开票系统”已改变为一种新的系统。它采用可编程序，需要时可提供“多计划”的全部重要数据和将来扩展的可能性。

各类装卸总吨位报告部可编制，如按货物类别，按航线，按船只和按时间编写的报告。报告编写语言有很强的功能，能应客户要求编写任何报告。

所有数据全都直接视频显示终端输入（见图10），并进行显示和修正。这些都是联机操作，而且立刻记录在数据库内，防止同时修正。系统由菜单（详细的供计算机处理的图例功能墙——译注）驱动，并有许多内在的校验功能，检验数据的正确性和有效性。整个工作如前所述，是在咨询公司的密切合作下进行的。

七、结论

综上所述，我们希望你们初步了解 DSS 是如何对

PTO 的计划发挥作用；在可能条件下，又是如何协助 PTO 改进经营成本的。

此外，我们还相信，对于 PTO 为了求得生存所作的巨大努力，以及为了成为整个运输过程中的一个好伙伴而作的努力，诸位已有所了解。在“情报技术封锁”已被突破的今天，则需作更大的努力。

鉴于杂货市场的迅速变化，其它种类和尺寸的货船

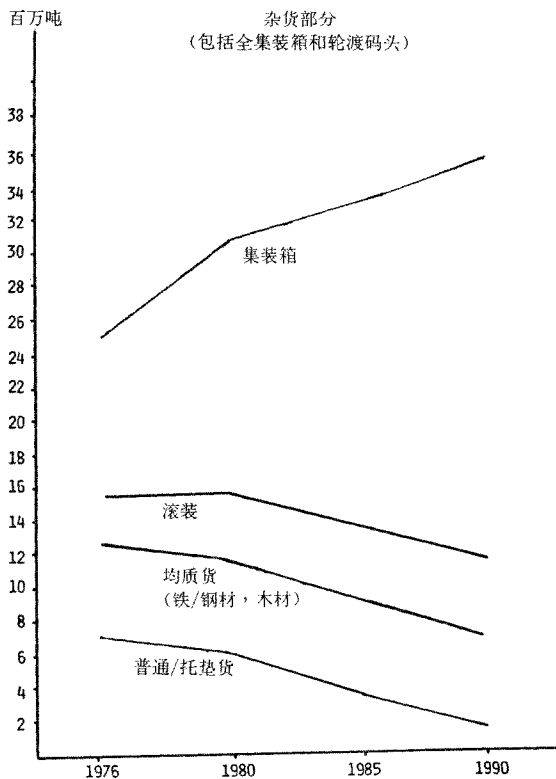
以及货物外观的变化具有决定性的影响，我们欢迎和其它港口同行建立更密切的关系。这样他们至少能尽量避免我们犯过的计算和判断错误。

为此上述 DSS “多计划”的调整，简便易行，可供世界各地的港口使用，这也许有助于达到我们的目的。

有机会和各位就这个特别的市场问题交流经验，不胜荣幸。

鹿特丹港

图 1



资料来源：鹿特丹市政府
码头联合体 - 市场部

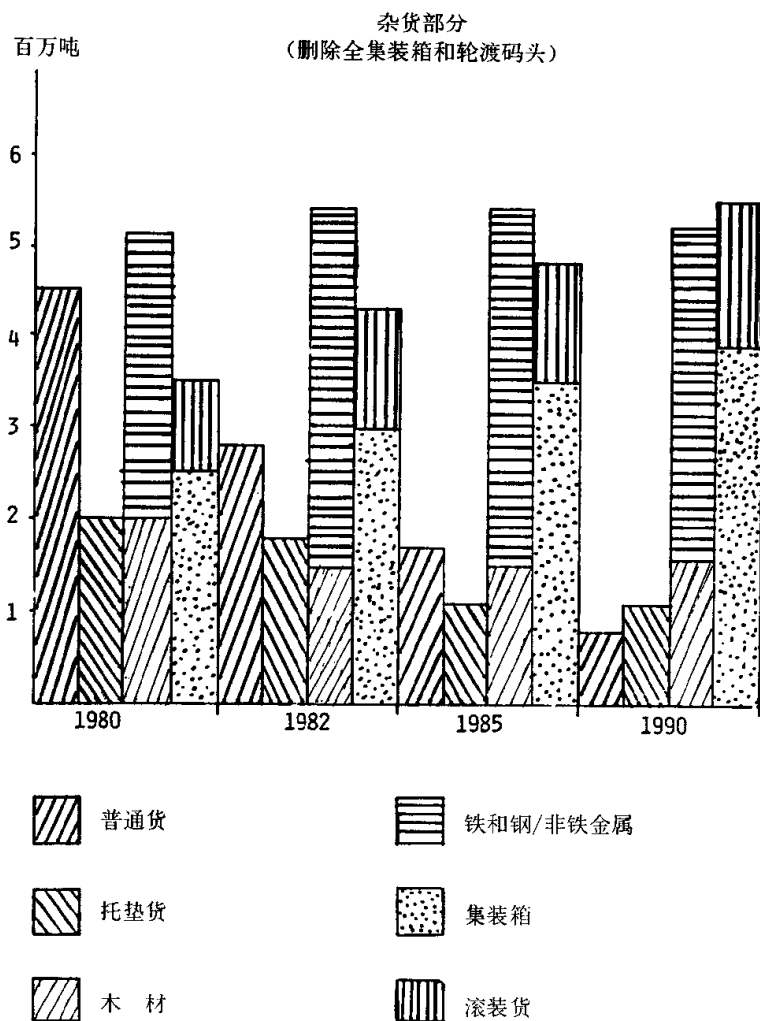
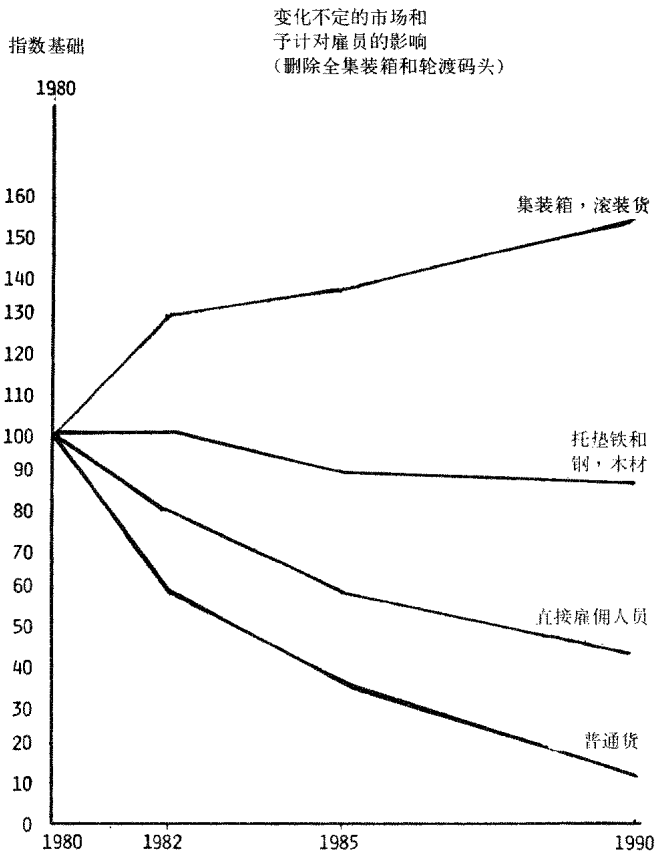


图 3

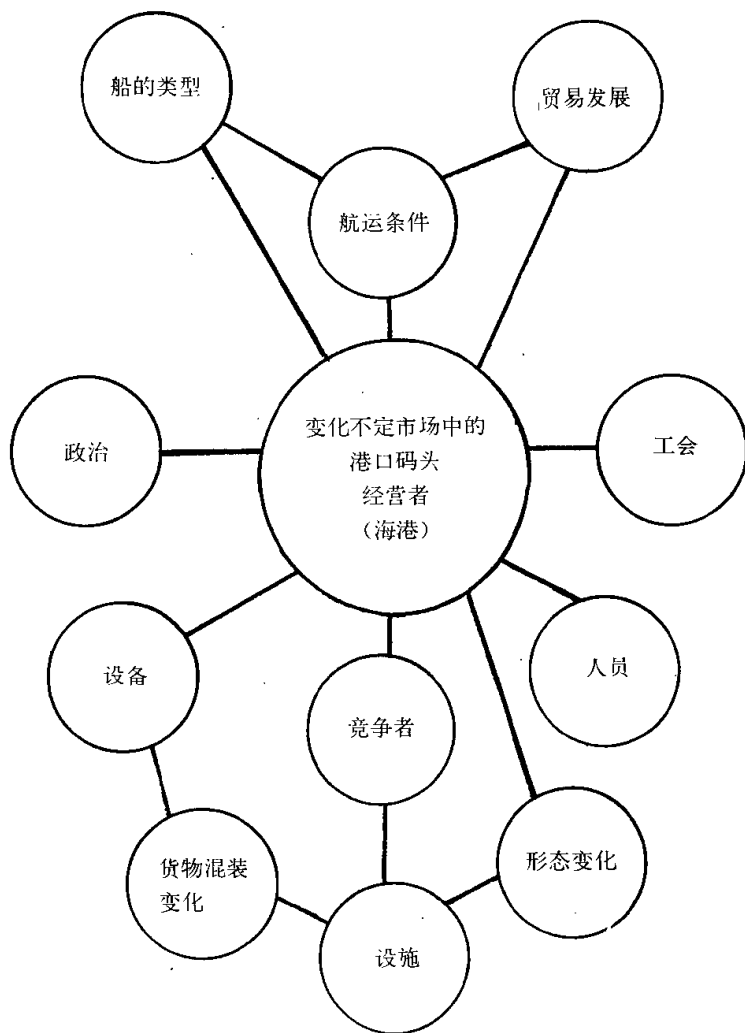


资料来源：鹿特丹市政府
码头联合体 - 市场部

图 4

杂货部分(删除全集装箱和轮渡码头)

<u>人员</u>	<u>70年代</u>	<u>80年代</u>
操作人员	单一作用，几乎无需专家	需要大量一专多能专家
管理人员	很少体力劳动	大量计算
<u>设备</u>		
吊车	8 - 20吨起吊能力	15 - 40吨起吊能力
铲车	5 - 10吨装卸能力	15 - 40吨装卸能力
微电子器材	微乎其微	日益增长，保护和 控制设备
<u>设施</u>		
码头长度	需要量大	需要量急剧下降
专用泊位设施 (滚装坡道)	微	急剧增加
室内储存	大量需要	需要量下降
码头露天储存/ 工作区	少量需要	需要量显著增加
<u>金融 / 经济</u>		
投资水平	低	高
经营成本	多变	高度稳定
商业风险	小	大



鹿特丹劳工同盟工作量

本公司人员	工作载荷	本公司 闲歇人员	劳工同盟提供的人员
	58	26	0
	77	7	0
	79	5	0
—— 84 ——	84	0	0
	88	0	4
	89	0	5
	94	0	10
	94	0	10
	95	0	11
	99	0	15
	103	0	19
	104	0	20
	108	0	24
	109	0	25
	119	0	35
平均	93,5	2,5	12,0
波动	58 - 119	0 - 26	0 - 35