

高等学校教材

# 集装箱运输学

CONTAINER TRANSPORTATION

真虹主编

顾家骏

大连海事大学出版社

1999年·大连

## 前 言

集装箱运输是 20 世纪后半叶兴起的一种运输方式,这种运输方式给运输业带来了一场深刻的革命。由此也产生了一系列运输方式的变革,例如多式联运的实现,“门到门”运输等等。随着知识经济的到来,以及满足用户需求的趋势,正在导致生产领域产品产生“柔性化”的思想;本人曾预言,作为特殊“产品”生产的交通运输也将从现在的运输方式走向柔性化的运输,而集装箱运输恰恰折射出了柔性化运输的曙光。

目前有关集装箱运输方面的书已不少,但多数只是介绍一种运输方式的集装箱运输。然而,交通运输正朝着更为综合化的方向发展,强调各种运输方式之间的协调性已成为运输发展的新特征。为此,本教材力图突破传统的突出一种运输方式的介绍方法,从综合物流角度出发,全方位地阐述集装箱运输理论和知识;并注意吸取国内外集装箱运输方面的最新研究成果和发展成就。新编教材注意在内容上力求完美,既符合国际集装箱运输的要求,又结合中国开展集装箱运输的具体情况。因此,本教材的特点是:强调综合运输,反映最新知识,理论联系实际,符合国际惯例。

教材在内容方面,包括了集装箱运输的产生、发展和优越性,集装箱(包括:箱型、标准、结构、类型、标记以及发展趋势等);集装箱水路运输技术(包括:集装箱船舶类型、结构、积载、集装箱码头的特点、装卸工艺、码头布置);集装箱公路运输技术(包括:集装箱公路运输车辆、道路、中转站装卸工艺);集装箱铁路运输技术(包括:集装箱铁路运输车辆、铁路运输工艺、铁路办理站装卸工艺、铁路办理站布置);集装箱航空运输技术(包括:航空集装箱、飞机仓容配置);集装箱运输业务(包括:集装箱运输单证、集装箱运输条款、国际集装箱进出口业务、集装箱箱务管理业务);集装箱运输组织(包括:集装箱水路运输组织、公路运输组织、铁路运输组织、航

空运输组织);计算机在集装箱运输经营管理中应用(包括:集装箱管理信息系统开发方法、集装箱箱务管理系统、集装箱单证管理系统、集装箱码头生产管理系统以及计算机仿真技术应用等);集装箱运输系统规划(包括:集装箱运输系统规划方法、集装箱场站布局规划);集装箱多式联运系统(包括:国际集装箱多式联运的发展、优点、各种运输方式的合理组合、多式联运的责任划分、多式联运发展趋势与经营战略);集装箱陆桥运输;集装箱运输 EDI 系统(包括:EDI 标准、协议、合同、开发方法、EDI 中心以及 EDI 在集装箱运输中应用等);集装箱运输费用(包括:集装箱公路、铁路、航空、水路运输,港口及场站运输成本的构成、成本分析等);集装箱运输收入(包括:集装箱运输收入的构成、利润、集装箱运费、以及集装箱运输收入和利润分析等);集装箱运输系统经济活动分析(包括:集装箱运输系统投资论证和经济分析等)等。在本教材的每一章后面都附有思考题,以便于学生复习。

本教材供交通运输、国际航运管理、运输经济、航海驾驶等专业本、专科学生、干部培训班学员教学使用,也可以作为有关企事业单位的管理、技术和业务人员自学用书。

本教材由真虹任主编,林国龙为副主编,参加编写的教师有真虹、林国龙、顾亚竹、张婕姝。其中,真虹负责编写第一、二、三、四、五、六章、第九章第五、六节,第十、十三章;林国龙负责编写第七、八章;顾亚竹负责编写第九章一到四节,第十四、第十五、十六章,张婕姝负责编写第十一、第十二章;真虹负责全书大纲的制订以及全书的修改、合成。本教材特请我国交通运输界专家顾家骏研究员为主审,顾老师在百忙中认真审阅了全部书稿,并提出了宝贵的修改意见,在此,我代表参编人员向顾家骏研究员表示深深地谢意。

真 虹

1998 年 10 月 20 日

# 目 录

|                 |      |
|-----------------|------|
| 第一章 绪论          | (1)  |
| 第一节 集装箱运输的产生与发展 | (1)  |
| 第二节 集装箱运输的优越性   | (3)  |
| 第三节 集装箱运输发展趋势   | (6)  |
| 思考题             | (12) |

## 第一篇 集装箱运输技术

|                      |      |
|----------------------|------|
| 第二章 集装箱              | (13) |
| 第一节 概述               | (13) |
| 第二节 集装箱标准            | (14) |
| 第三节 集装箱结构            | (17) |
| 第四节 集装箱类型            | (20) |
| 第五节 集装箱标记            | (23) |
| 第六节 目前集装箱存在的问题以及发展趋势 | (29) |
| 思考题                  | (31) |
| 第三章 集装箱水路运输技术        | (32) |
| 第一节 集装箱船舶类型          | (32) |
| 第二节 集装箱船舶结构          | (33) |
| 第三节 集装箱船舶积载          | (36) |
| 第四节 集装箱码头的特点         | (46) |
| 第五节 集装箱码头装卸工艺        | (54) |
| 第六节 集装箱码头布置          | (70) |
| 思考题                  | (73) |

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| <b>第四章 集装箱公路运输技术 .....</b> | <b>(75)</b>  |
| 第一节 概述 .....               | (75)         |
| 第二节 集装箱公路运输车辆 .....        | (76)         |
| 第三节 集装箱运输道路 .....          | (82)         |
| 第四节 集装箱公路运输中转站装卸工艺 .....   | (82)         |
| <b>思考题 .....</b>           | <b>(91)</b>  |
| <b>第五章 集装箱铁路运输技术 .....</b> | <b>(92)</b>  |
| 第一节 概述 .....               | (92)         |
| 第二节 集装箱铁路运输车辆 .....        | (95)         |
| 第三节 集装箱铁路运输工艺 .....        | (98)         |
| 第四节 集装箱铁路办理站装卸工艺 .....     | (100)        |
| 第五节 集装箱铁路办理站布置 .....       | (102)        |
| <b>思考题 .....</b>           | <b>(106)</b> |
| <b>第六章 集装箱航空运输技术 .....</b> | <b>(108)</b> |
| 第一节 概述 .....               | (108)        |
| 第二节 航空集装箱 .....            | (109)        |
| 第三节 飞机集装箱舱容的配置 .....       | (111)        |
| <b>思考题 .....</b>           | <b>(114)</b> |

## **第二篇 集装箱运输经营管理**

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| <b>第七章 集装箱运输业务 .....</b> | <b>(115)</b> |
| 第一节 集装箱运输单证 .....        | (115)        |
| 第二节 集装箱运输条款 .....        | (124)        |
| 第三节 国际海运集装箱出口业务 .....    | (140)        |
| 第四节 国际海运集装箱进口业务 .....    | (148)        |
| 第五节 集装箱箱务管理业务 .....      | (154)        |
| <b>思考题 .....</b>         | <b>(169)</b> |

|                                         |       |
|-----------------------------------------|-------|
| <b>第八章 集装箱运输组织</b> .....                | (171) |
| 第一节 集装箱水路运输组织 .....                     | (171) |
| 第二节 集装箱铁路运输组织 .....                     | (180) |
| 第三节 集装箱公路运输组织 .....                     | (187) |
| 第四节 集装箱航空运输组织 .....                     | (191) |
| <b>思考题</b> .....                        | (194) |
| <b>第九章 计算机在集装箱运输经营管理中应用</b> .....       | (196) |
| 第一节 计算机管理信息系统概述 .....                   | (196) |
| 第二节 集装箱运输管理系统开发方法 .....                 | (199) |
| 第三节 集装箱箱务管理系统 .....                     | (201) |
| 第四节 集装箱单证管理系统 .....                     | (211) |
| 第五节 集装箱码头生产管理系统 .....                   | (218) |
| 第六节 计算机仿真技术在集装箱码头生产调度方案<br>优化中的应用 ..... | (221) |
| <b>思考题</b> .....                        | (231) |

### **第三篇 集装箱运输系统**

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| <b>第十章 集装箱运输系统规划</b> .....      | (233) |
| 第一节 集装箱运输系统规划的一般方法 .....        | (233) |
| 第二节 集装箱场站布局规划 .....             | (240) |
| <b>思考题</b> .....                | (242) |
| <b>第十一章 集装箱多式联运系统</b> .....     | (243) |
| 第一节 国际集装箱多式联运的发展 .....          | (243) |
| 第二节 集装箱多式联运的优点 .....            | (247) |
| 第三节 多式联运系统中各种运输方式的合理组合<br>..... | (248) |
| 第四节 集装箱多式联运的责任划分 .....          | (253) |

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 第五节    国际集装箱多式联运的发展趋势及经营策略 | (261) |
| 思考题                        | (266) |
| 第十二章    集装箱陆桥运输            | (267) |
| 第一节    概述                  | (267) |
| 第二节    集装箱陆桥运输模式           | (267) |
| 思考题                        | (276) |
| 第十三章    集装箱运输 EDI 系统       | (277) |
| 第一节    电子数据交换概述            | (277) |
| 第二节    EDI 标准              | (281) |
| 第三节    EDI 软件和硬件           | (284) |
| 第四节    EDI 协议和合同           | (286) |
| 第五节    EDI 系统开发            | (289) |
| 第六节    EDI 中心的建设与管理        | (295) |
| 第七节    EDI 在集装箱运输系统中应用     | (298) |
| 思考题                        | (308) |

## 第四篇    集装箱运输经济分析

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 第十四章    集装箱运输费用       | (310) |
| 第一节    概述             | (310) |
| 第二节    集装箱公路运输成本      | (314) |
| 第三节    集装箱铁路运输成本      | (321) |
| 第四节    集装箱航空运输成本      | (326) |
| 第五节    集装箱水路运输成本      | (329) |
| 第六节    集装箱港口及场站成本     | (335) |
| 第七节    集装箱运输成本分析      | (342) |
| 第八节    集装箱运输企业降低成本的途径 | (349) |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 思考题.....                 | (351) |
| 第十五章 集装箱运输收入 .....       | (352) |
| 第一节 概述.....              | (352) |
| 第二节 集装箱营运收入的构成.....      | (353) |
| 第三节 集装箱运输利润.....         | (358) |
| 第四节 集装箱运费.....           | (360) |
| 第五节 集装箱运输收入和利润分析.....    | (370) |
| 思考题.....                 | (374) |
| 第十六章 集装箱运输系统经济活动分析 ..... | (375) |
| 第一节 概述.....              | (375) |
| 第二节 集装箱运输系统投资论证.....     | (376) |
| 第三节 集装箱运输经营活动分析.....     | (380) |
| 第四节 集装箱运输系统经济分析.....     | (396) |
| 思考题.....                 | (397) |
| 参考文献.....                | (399) |

# 第一章 结 论

## 第一节 集装箱运输的产生与发展

第二次世界大战以后,世界经济得到了迅猛发展,跨国经营以及国际贸易量不断上升,国际间的市场竞争愈演愈烈,致使企业不得不采用大规模的专业化生产,以降低成本,提高技术水平和生产效率,争取在国际市场竞争中处于有利地位,以便获取更大的利润。

国际贸易量的上升以及跨国经营的增加,对国际间货物运输提出了更高的要求。传统的货物运输由于采用件杂货的方式,货物品种多,包装形式多样,单件重量相差较大,很难实现全过程的机械化和自动化的运输生产,也不适应现代大规模专业化生产的要求。为了克服件杂货运输所带来的问题,扩大运输单元是必然的趋势。在这一变化过程中,首先出现的是以网络和托盘等成组工具来实现的货物运输和装卸的成组化,但是这种成组方式的集成化程度有限,外形仍不规整,由于包装强度所限,也使得堆码困难。所以,更大单元的、外型尺寸标准的、包装具有一定强度的集成化运输方式的出现已势在必行,而集装箱运输方式的诞生正是顺应了这种需求。

早在1900年,英国的铁路运输已出现了早期的集装箱运输。1928年在罗马召开的世界公路会议上,已就集装箱运输进行了专门的探讨,并在欧洲铁路公司之间实施集装箱运输的标准。至1930年,这种陆上运输方式已扩展到日本、意大利等国,并于1931年在巴黎成立了国际集装箱协会(Bureau of International Contain-

er—BIC),负责制定统一的集装箱标准,以协调各国的集装箱运输。

然而,真正现代意义上的集装箱运输则起源于 50 年代后期,因为这时集装箱运输刚刚开始进入海洋运输。海洋运输采用集装箱方式的构想是由美国人马尔康·马克林(Malcom Mclean)首先提出,他认为,只有实现集装箱的陆——海联运,才能发挥集装箱运输的优势。1956 年,由马克林收购的泛大西洋轮船公司(Pan-Atlantic Steamship Corp.)在一艘未经改装的油船甲板上装载了 60 个大型集装箱,从纽约驶往休斯敦,首开了海上集装箱运输的先河。首次运输便取得了令人兴奋的成功,每吨货物的装卸成本从 5.83 美元降低到了 0.15 美元。首航成功以后,在 1957 年 10 月第一艘经改装的全集装箱船“盖脱威城”(Gateway City)号在马克林的泛大西洋轮船公司投入运营,由此开创了集装箱运输的新纪元。1960 年,该公司更名为“海陆联运公司”(Sea-Land Service Inc.),至 1965 年,公司宣布用大型集装箱船环航世界的计划。从此,海上集装箱运输成为了国际贸易中通用的运输方式,许多大的航运公司纷纷仿效,但在当时主要还是国内沿海运输,船型以改装的为主,装载量一般不超过 500TEU。在码头集装箱装卸方式上主要采用船上的装卸桥,码头装卸工艺已有采用底盘车和跨运车的方式。

进入 70 年代,集装箱运输得到了迅速的发展,集装箱的箱型进一步标准化,世界集装箱保有量大幅度上升,1970 年仅有 51 万 TEU,而到了 1983 年已增至 440 万 TEU。并且已采用装载 500TEU~2 000TEU 的专用的第一代和第二代全集装箱船。至 1983 年,世界集装箱船的运载能力已达 208 万 TEU,集装箱运输航线已遍及全球。与此同时,集装箱专用泊位也发展较快,至 1983 年已有 983 个,码头前沿已安装有大型的集装箱装卸桥,堆场普遍采用轮胎式龙门起重机。为了更好地发挥专业化码头的作用,集装箱码头的管理手段也在不断地完善,最突出的是已较普遍地采用

了计算机信息管理系统。

进入 90 年代以来,更多的国家参与了世界范围的集装箱运输,使集装箱运量得到迅猛的发展,例如,从 1970 年至 1995 年世界总货运量年均增长 2.5%,而同期的集装箱年运量则增长 12%。在发达国家,件杂货的集装箱化程度已超过 80%。至 1990 年,全球已拥有集装箱专用泊位近 2 000 个,吞吐量达 8 400 余万 TEU,集装箱船队的箱位有 317 万 TEU,总运量为 3 800 万 TEU。这标志着集装箱运输已进入了成熟期。这一时期,全集装箱船进一步向自动化和大型化方向发展,出现了 2 500TEU~4 000TEU 的第三代和第四代集装箱船型,港口的装卸设备为了适应这种发展,也朝着大型、高效、自动化的方向发展。与此同时,集装箱运输也在向内陆不断的延伸,“门到门”的多式联运已成为普遍采用的运输方式。由此表明,集装箱运输已进入了一个崭新的时代。

中国的集装箱运输发展较晚,与国际上的发展轨迹相似,起源于铁路的集装箱运输。1955 年,中国开始在铁路运输中采用集装箱,当时主要采用箱体总重为 3 t、载重为 2.5 t 的铁木制集装箱,1975 年起,由交通部和铁道部共同研制 5 t 集装箱,后又研制使用 1 t 小型集装箱,并开始探索采用国际标准的 20 ft 的集装箱,在集装箱发展上与国际标准接轨。目前,中国的集装箱海洋运输已完全与国际标准接轨,以采用 20 ft 箱和 40 ft 箱为主,整个集装箱运输发展趋势与世界集装箱运输发展总趋势完全一致。

## 第二节 集装箱运输的优越性

集装箱运输之所以能如此迅速地发展,正是由于这种运输方式具有许多优点:

### 1. 提高装卸效率,减轻劳动强度

由于集装箱运输扩大了运输单元,规范了单元尺寸,为实现货

物的装卸和搬运机械化提供了条件,机械化乃至自动化的发展明显提高了货物装卸和搬运的效率。例如,在港口普通码头上装卸件杂货船舶,其装卸效率一般为 35 t/h,并且需要配备装卸工人约 17 人,而在国外的集装箱专用码头上装卸集装箱,其效率可达 50TEU/h,按每箱载货 10 t 计,生产效率已达 400 t/h~500 t/h,而配备工人数至多只有 4 名,工效提高了几十倍。又如,据铁路部门测算,用人工装车,平均一个车皮需要 2 h,而采用铁路专用集装箱运输方式,用机械作业,一般只需 20 min。在提高装卸效率的同时,工人的体力劳动强度大幅度降低,而对作业人员的知识和技能要求则在不断地提高。机械化和自动化作业方式的采用使工人只需从事一些辅助性的体力劳动工作,肩扛人挑的装卸搬运方式已成为历史。

## 2. 减少货损货差,提高货物运输的安全与质量

采用件杂货运输方式时,由于在运输和保管过程中货物不易保护,尽管也采取了一些措施,但货损货差情况仍较严重,特别是在运输环节多、品种复杂的情况下,货物的中途转运搬倒,使商品互串以及被盗事故屡屡发生,尤其是零担百货商品发生的事故更多。例如据铁路部门统计,零担货损事故约占整个货损事故的 80%。采用集装箱运输方式后,由于采用强度较高、水密性较好的箱体对货物进行保护,从发货人装箱、铅封到收货人收货,一票到底;因此,货物在搬运、装卸和保管过程中不易损坏,不怕受潮。同时,通过采用“门到门”的多式联运方式,货物途中丢失的可能性大大降低,货物完好率大大提高。例如,用火车装运玻璃器皿的一般破损率达 30%左右,改用集装箱运输后,破损率下降到 5%以下,在美国,破损率不到 0.01%,而日本也小于 0.03%。

## 3. 缩短货物的在途时间,加快车船的周转

集装箱化给港口和场站的货物装卸、堆码的全机械化和自动化创造了条件。标准化的货物单元使装卸搬运动作变得简单和有

规律,因此,在作业过程中能充分发挥装卸搬运机械设备的能力,便于实现自动控制的作业过程。机械化和自动化可以大大缩短车船在港站停留时间,加快货物的送达速度。另一方面,由于集装箱运输方式减少了运输中转环节和收发货的交接手续,方便了货主,提高了运输服务质量。据航运部门统计,一般普通货船在港停留时间约占整个营运时间的 56%,而采用集装箱运输,则在港时间可缩短为仅占整个营运时间的 22%。

#### 4. 节省货物运输的包装,简化管理手续

集装箱箱体作为一种能反复使用的包装物,虽然一次性投资较高,但与一次性的包装方式相比,其单位货物运输分摊的包装费用投资反而降低。例如,采用集装箱装运电视机可比原先件杂货运输方式节省包装费用约 50%。又如,中国广东省出口大理石,原先使用木箱包装,每吨需包装费用 108 元人民币,改用集装箱后,每吨货物节省包装费 74 元人民币。在运输场站,由于集装箱对环境要求不高,节省了场站在仓库方面的投资。此外,件杂货由于包装单元较小,形状各异,理货核对较为困难。而采用标准集装箱,理货时按整箱清点,大大节省了检查时间,同时也节约了理货费用。

#### 5. 减少货物运输费用

除了前述的节省船舶运输费用外,由于采用统一的货物单元,使换装环节设施的效能大大提高,从而降低了装卸成本。同时,采用集装箱方式,货物运输的安全性明显提高,使保险费用有所下降。英国在大西洋航线上开展集装箱运输后,运输成本仅为普通杂货船的 1/9。

#### 6. 推动包装的标准化

随着集装箱作为一种大型标准化容器的使用,促使了商品包装的进一步集装化和标准化。目前,中国的包装国家标准已接近 400 个,这些标准大多采用或参照国际标准,并且许多包装标准与集装箱标准箱相适应。

## 7. 有利于组织多种运输方式的联合运输

由于各种运输工具各自独立地发展,装载容积无统一考虑的依据,因此,传统的运输方式给货物的换装带来了困难。随着集装箱作为一种标准运输单元的出现,使各种运输工具的运载尺寸向统一的满足集装箱运输需要的方向发展,任何一种运输方式如果对于这种趋势熟视无睹的话,它将很难融入到大的运输系统中去。因此,根据标准化的集装箱设计的各种运输工具将使运输工具之间的换装衔接变得更加便利。

## 第三节 集装箱运输发展趋势

综观集装箱运输的发展轨迹,以及运输技术的未来变化,可以预示今后集装箱运输将会出现以下的发展趋势。

### 1. 集装箱运输量继续增长

与其他运输方式相比,集装箱运输是一种较新的模式,这种运输方式本身还在不断地发展和创新,它将在整个运输中承担越来越大的市场份额。表 1-1 是由日本集装箱协会给出的未来 10 多年集装箱运量发展的趋势。这种增长主要来自于适箱货进一步的集装箱化,同时,短途的沿海集装箱运输量将有明显增加。

表 1-1 2010 年世界集装箱运输预测 (单位:百万 TEU)

| 年份   | 运量    | 运力   | 集装箱量  |
|------|-------|------|-------|
| 1997 | 152.5 | 2.99 | 10.54 |
| 2000 | 190.0 | 3.73 | 12.03 |
| 2005 | 242.4 | 4.75 | 15.34 |
| 2010 | 291.0 | 5.71 | 19.03 |

数据来源:日本集装箱协会

### 2. 集装箱船舶的大型化趋势

根据规模经济的规律,生产规模的扩大能使生产成本下降。为了参与国际范围内的竞争,减少运输成本,各大跨国航运公司纷纷

投资,大力发展大型化集装箱船舶,使世界集装箱船舶的平均载箱量逐年上升(如表 1-2 所示)。进入 90 年代以来,载 3 000~4 000 TEU 的第四代集装箱船已成为主流船型,并开始形成向第五代集装箱船发展的趋势。据统计,到 1997 年底,全世界共有 55 艘超巴拿马型船舶航行于国际贸易航线上。在 1997 年及以后出厂的第五代船至少有 49 艘,表 1-3 反映出集装箱船型从第一代至目前第五代发展变化的过程。然而,这种大型化趋势并未停止,1996 年开始已出现了载箱量超过 6 000 TEU、吃水达 14 m 的大型集装箱船舶的需求。例如,铁行将在 1998 年拥有载箱 6 674 TEU 的集装箱船舶,该船甲板堆放 17 列 6 层集装箱,船型为:299.9 m×42.8 m×13.5 m,载重量达 82 700 t。截止 1998 年,世界上已有 80 余艘 5 000 TEU 以上的第五代集装箱船正在营运,并且正在准备建造箱位达 8 000 TEU 的集装箱船。1997 年 1 月中远集团的第一艘 5 250 TEU、载重量达 68 950 t 的第五代全集装箱船“鲁河”轮首航天津港和上海港,标志着中国集装箱船队的发展也进入了大型化阶段。

表 1-2 1987 年~1998 年世界集装箱船舶平均载重和平均载箱

| 年份   | 平均载重吨(t) | 平均载箱量(TEU) |
|------|----------|------------|
| 1987 | 20 550   | 1 113      |
| 1988 | 21 094   | 1 183      |
| 1989 | 21 325   | 1 208      |
| 1990 | 21 819   | 1 251      |
| 1991 | 22 701   | 1 310      |
| 1992 | 23 248   | 1 362      |
| 1993 | 23 583   | 1 400      |
| 1994 | 24 487   | 1 472      |
| 1995 | 24 435   | 1 481      |
| 1996 | 24 748   | 1 533      |
| 1997 | 24 977   | 1 582      |
| 1998 | 25 377   | 1 639      |

表 1-3 第一至第五代集装箱船舶代表船型

| 船型  | 出现年份        | 船长(m) | 船宽(m) | 吃水(m)   | 载箱量(TEU)    | 载重量(t)        |
|-----|-------------|-------|-------|---------|-------------|---------------|
| 第一代 | 1966 年前     | 175   | 25    | 8       | 700~1 000   | 10 000        |
| 第二代 | 1967~1970 年 | 200   | 29    | 10~11   | 1 000~2 000 | 25 000~30 000 |
| 第三代 | 1971~1983 年 | 275   | 32    | 11.5~12 | 2 000~3 000 | 40 000        |
| 第四代 | 1984 年后     | 295   | 32    | >12     | 3 000~4 000 | 50 000        |
| 第五代 | 1988 年后     | >300  | 40    | 13.5    | >4 000      | 60 000        |

同时应该看到,集装箱船舶的大型化趋势也会遇到一系列的障碍,这包括港口的水深条件,起重设备的作业尺寸,港口的装卸效率,陆路的集疏运能力和运输工具的标准等问题。因此,未来的集装箱船主流船型将会维持在一定的规模水平上。

### 3. 集装箱码头的深水化、大型化和高效化趋势

随着集装箱船舶的大型化,特别对最新的 6 000 TEU 以上的超大型船来说,水深越来越成为船公司选择港口的重要因素。汉堡港正是这样的例子,船公司曾警告说,如果汉堡港的疏浚计划迟迟不能落实,它们将迁至鹿特丹或不来梅港停靠。汉堡港于 1996 年底获准开始疏浚航道,终于让该港的装卸公司松了口气。

船舶的大型化要求有自然条件良好的处于航运干线附近的深水港与之配套,因此全球运输中的枢纽港的作用日益重要,而这些起枢纽作用的港口的稳定货源必须有众多的支线港予以支撑。而枢纽港的非直接腹地的货源所占比重会不断增加。这种集装箱量向少数一些港口集聚的趋势已表现得越来越明显,香港和新加坡的集装箱吞吐量的急剧上升印证了这一点。因此,集装箱码头规模的扩大,码头深水化、高效化已成为枢纽港的必要条件。为此,集装箱码头将向着全自动化作业方向发展,装卸工艺将有突破性改进,作业设备将进入新一轮的更新换代时期,例如集装箱专用的装卸桥的效率将会要求达到 175 TEU/h。

#### 4. 挂靠港减少, 干线运输网络扩大

航运公司运力优化配置带来的最大效果就是运输服务质量的提高。这表现为航线挂靠港减少, 服务密度增加, 交货期缩短。例如, 原来香港/美西航线所需要的 14 天已下降到了 11 天。由此必然造成船舶中途在港口加/卸载的情况减少。

航线重组后不仅将香港、新加坡等国际大港纳入干线作为中转枢纽, 而且使那些喂给港的地位也得到上升, 成为新兴的枢纽港。这将使传统干线枢纽港的地位受到冲击, 从而改变目前只有少数几个枢纽港口的局面, 使更多的港口开始考虑接纳大型集装箱船舶的可能。在重组的以枢纽港为核心的新的港口群中, 港口密度将进一步提高, 大中小港口、大中小泊位、专业与通用泊位将更强调相互协调发展, 港口群体将更注重港口间密切的相互协作和高度的互补性, 从而导致采用更为接近的港口技术设施。

#### 5. 集装箱箱体大型化的趋势

从 1990 年至 1994 年间, 40 ft 集装箱增长率是 20 ft 箱的 2 倍, 所占比重也由 49.7% 上升到 54.6%, 其中超高箱占了 30%。集装箱箱体大型化趋势体现了集装箱运输和装卸进一步高效化的要求。

#### 6. 适应现代社会对集装箱运输系统的柔性化需求

运输系统为之服务的客户已越来越不满足于原先那种被动适应运输需要的方式, 而正在寻求适应客户自己需要的运输。客户对于运输的多样化需求, 预示着运输方式应具有更大的适应性, 即不能再像过去那样无法对客户的需求做出敏捷反应, 而应该是现代社会所要求的提供更为“柔性”的运输服务系统, 目前正在大力推进的集装箱多式联运正是顺应了这种变化。多式联运将集装箱这种现代运输方式的触角一直伸到物流的始末端, 伸向企业客户, 伸向消费市场。这种需求势必产生“运输支线与运输干线相连接, 分流港与枢纽港相配合, 大箱与小箱相配套”的集装箱运输格局。同