

第五章 班轮运营组织管理

第一节 班轮运输的基本特征



- 班轮运输概述

班轮运输(Liner shipping ,liner service)又称定期船运输，它是指固定船舶按照公布的船期表或有规则地在固定航线和固定港口间从事货物(含集装箱)运输，并按运价表或协议运价收取运费报酬的运输。

第五章 班轮营运组织管理

第一节 班轮运输的基本特征

- 班轮主要用于件杂货运输。
- 班轮航线上主要采用集装箱班轮。
- 集装箱班轮装卸速度很快。
- 集装箱船舶的吨位为20000~100000DW，载箱量可达1000~10000TEU。
- 集装箱船速度可达21—24节，最快的超过30节。
- 班轮运输在航线上每个港口的抵离港时间预先公布在船期表。
- 班轮运输需要维持一定的发船频率(Sailing frequency)。
- 班轮运输中需要一定数量同类型船舶构成的班轮船队。
- 班轮运费率(Freight rate)是按照船公司对外公布的运价表(Freight tariff)收取，在一定时期内班轮运价基本是不变的。
- 班轮运输服务质量主要包括，货运安全质量(货损、货差情况)、提供联运服务的条件与程度(如为货主在内陆地区提供集装箱)、发船频率大小、班期的准确程度、货物的送达时间等。

第五章 班轮营运组织管理

第一节 班轮运输的基本特征

- 班轮运输合作与联盟
 - 班轮公会
 - 班轮航线稳定化协议
 - 班轮运输战略联盟

第五章 班轮营运组织管理

第一节 班轮运输的基本特征

- 班轮公会
 - 在班轮运输中，许多航线上都存在着卡特尔(Cartel)式的垄断性组织——班轮公会(Conference)。它是由在同一航线上经营班轮运输的若干航运公司组织的排他性集团，其目的是为了垄断航线的航运业务，防止内部船公司之间竞争，并团结一致与会外船公司竞争。班轮公会通常采取规定共同运费率和最低运费率的运费协定的方法避免各成员之间跌价竞争。除此之外，班轮公会还可通过运量分配、吨位限制和运费收入分配等措施来进一步加强内部团结。为了扩大在航线上所占的货运份额，班轮公会通过即期回扣和延期回扣方法吸引更多的货主。另外还与铁路和公路部门签订相互揽载和交换货物的联运协定，以增加更多的货源。

第五章 班轮营运组织管理

第一节 班轮运输的基本特征

- 班轮公会

- 由集装箱班轮公司组成的远东班轮公会（FEFC），为回应在欧洲法律的变化，已于2008年10月18日停止运作。远东班轮公会成员包括：澳洲国家航运有限公司、达飞轮船有限公司、埃及国际轮船公司、现代商船有限公司、马士基航运有限公司、商船三井株式会社、日本邮船株式会社、南非海运有限公司、以星轮船有限公司、美国总统轮船有限公司、南美邮船公司、赫伯罗特公司、川崎汽船株式会社、马来西亚船运有限公司、地中海航运有限公司、东方海外货柜有限公司、阳明海运有限公司。

第五章 班轮营运组织管理

第一节 班轮运输的基本特征

- 班轮航线稳定化协议

1988年10月，由5家日本和美国船公司发起，9家公会船公司和4家非公会船公司共同签署“越太平洋航线协商协定”（Trans pacific Discussion Agreement, TPDA）。同年12月，又签署了“越太平洋航线稳定化协议”（Trans Pacific Stabilization Agreement,TSA）作为TPDA的补充协议，并向美国联邦海事委员会申请核备，1989年1月22日正式实施。

随着在太平洋航线成立TSA并获得了一定成功，全球其他主干航线的公会与非公会船公司纷纷成立本航线稳定化协议。1992年，大西洋航线达成“越大西洋航线协议”（TAA,1994年改组为TACA）；同年欧洲/远东达成“欧亚贸易协定”（Europe-Asia Trade Agreement,EATA）。

这些协议的主要内容是运力冻结，成员间相互交换运价和货载方面的信息，以及商讨包括运价在内的一些市场问题，但一般不进行运价控制，更不从事统一定价（公会的主要职能）。

第五章 班轮营运组织管理

第一节 班轮运输的基本特征

- 班轮公司战略联盟的基本形式
 - (1)**接运** :干线船与支线船建立联盟关系。
 - (2)**舱位租用** : 舱位租用人不是自己投入船舶, 而是通过向它想要经营的航线上已拥有的舱位经营人租用部分固定数量舱位的方式来经营相关航线。
 - (3)**舱位互租** : 通常在整个协议期内, 如果在一定的结算期内双方彼此使用对方的相同价值的舱位, 则无需实际进行租金结算。但如果使用舱位价值不等, 那就必须结算舱位租金的差额。
 - (4)**共同派船** : 两家或两家以上航运公司共同投船经营一条航线的合作方式。

第五章 班轮营运组织管理

第一节 班轮运输的基本特征

- 班轮公司战略联盟：三联盟多公司（2011年以前）
 - **伟大联盟（GA）**：由赫伯罗特，马来西亚国际，日本邮船，东方海外，铁行渣华等五家公司组成的伟大联盟，截至2003年10月其中四家公司（不包括马来西亚国际）共有集装箱船337艘，993, 813TEU。
 - **新世界联盟（NWA）**：由商船三井（MOL）、总统轮船（APL）、现代商船（HMM）组成新世界联盟，截至2003年10月共有集装箱船189艘，632, 654TEU。
 - **CKYH**：由中远、川崎、阳明、韩进4家公司组成，截至2003年10月拥有集装箱船共计342艘，904, 605TEU。CKYH联盟尚未完全整合。
 - **马士基海陆**：1999年马士基收购海陆，世界上最大的集装箱船公司就此诞生。2003年10月，该公司船队规模为328艘，844, 626TEU。2005年以23亿欧元收购铁行渣华，收购后全球市场份额达到17%左右。

在中国马士基的集装箱将超过中远、中海和中外运三家总和，收购后在中国的总体市场份额达到30%，是占中国市场份额最大的外资巨头。
- 另外还有地中海航运（Mediterranean Shipping Company MSC）（2003年底排名第二），达飞-国家海运（CMA-CGM）（2003年底排名第五），加拿大太平洋轮船公司，中海集运，以星航运等一批排

全球十大班轮公司排名表

(截至2005年5月1日)

公司	排名	市场份额 (%)	TEU总计	艘数总计
马士基海陆	1	12.3	1036582	387
地中海航运	2	8.1	681334	257
铁行渣华	3	5.5	460203	162
长荣海运	4	5.2	439538	153
达飞海运	5	4.9	412007	185
美国总统	6	3.7	315879	99
韩进海运	7	3.5	298173	80
中海集运	8	3.4	290089	111
中远集运	9	3.4	289883	118
日本邮船	10	3.3	281722	105

全球十大班轮公司排名表

(截至2022年4月1日)

公司	排名	市场份额 (%)	TEU总计
地中海航运	1	17.1	4338792
马士基航运	2	16.8	4277878
达飞海运	3	12.8	3263512
中远海运	4	11.5	2928330
赫伯罗特	5	6.9	1742598
ONE (海洋网联船务)	6	6.0	1521313
长荣海运	7	5.9	1504564
现代商船	8	3.2	820520
阳明海运	9	2.6	666164
以星航运	10	1.8	459612

<https://alphaliner.axsmarine.com/PublicTop100/>

第五章 班轮营运组织管理

第一节 班轮运输的基本特征

• 班轮公司战略联盟发展及现状：

- 2011年受金融危机影响，海运业不景气。各大班轮公司寻求战略联盟伙伴以度过困难期，全球班轮格局发生很大变化。
- 伟大联盟和新世界联盟等六家公司2012年4月在亚欧航线上组成G6大联盟（赫伯罗特、东方海外、日本邮船、美国总统、商船三井、现代商船）
- 长荣海运及CKYH联盟及中海集运也于2012年1月签署合作协议成立CKYHE联盟
- 2013年10月，马士基、地中海航运和达飞全球前三大集装箱班轮运输企业签署协议，拟建立一个P3联盟。但由于涉嫌垄断，违反竞争法，被我国商务部否决。
- 2014年7月马士基与地中海航运联盟成立M2联盟，签订了船舶共享协议。
- 2014年9月中海集运、法国达飞、阿拉伯联合航运公司成立O3联盟。

第五章 班轮营运组织管理

第二节 班轮航线参数及班轮货流分析

- **班轮航线分类**
- **按运输对象分：**按运输对象，班轮航线可分为：普通杂货航线、集装箱航线、客运航线。传统的班轮货运航线为普通杂货航线，随着集装箱运输的出现和发展，越来越多的普通杂货航线被集装箱航线所取代。
- **按运行组织分：**按运行组织，班轮航线可分为：多港挂靠直达航线和干、支线结合分程运输航线。普通杂货航线通常采用多港挂靠结构，集装箱航线则以干、支线结合为主。
- **按所跨区域分：**按所跨区域，班轮航线可分为：沿海航线、近洋航线、远洋航线。沿海航线是指同一海域邻近国家之间或国内港口之间的海运航线；近洋航线是指不跨越大洋的海运航线；远洋航线则指跨越大洋的海运航线。
- **按航行线路分：**按航行线路，班轮航线可分为：来回式航线和环状航线。来回式航线是指以始发港和目的港为两头来回穿梭运行的航线；环状航线则以某一环形线路为航行路线，沿途挂靠有关

第五章 班轮营运组织管理

第二节 班轮航线参数及班轮货流分析

- **班轮航线分类**
- 一种航线形式被多家集装箱班轮公司所采纳，这就是“钟摆航线”。所谓“钟摆航线”，是指连接欧/亚/美三个区域，但又不成环的航线，通常由原来的两条或多条来回式航线合并而成。

川崎汽船和阳明海运在2003年3月底合并部分航线，推出了如下的钟摆航线：

北美西南亚洲欧洲 (PSW-1)： 由12艘5500TEU全集装箱船组成，泊靠长堤—奥克兰—神户—上海—宁波—香港—盐田—新加坡—巴生港—赛得港—瓦伦西亚—鹿特丹—汉堡—佛列斯多—安特卫普—瓦伦西亚—赛得港—巴生港—新加坡—盐田—香港—厦门—长堤。

北美西南II线 (PSW-2)： 由5艘2500TEU全集装箱船组成，泊靠洛杉矶—奥克兰—横滨—基隆—高雄—香港—高雄—基隆—洛杉矶。

北南III线 (PSW-3)： 由5艘2500TEU全集装箱船组成，泊靠长堤—奥克兰—东京—名古屋—青岛—上海—神户—名古屋—东京—长堤。

第五章 班轮营运组织管理

第二节 班轮航线参数及班轮货流分析

• 班轮航线参数

➤ 航线总距离 (L_总) 和港间距离 (L_间)

➤ 航线发船间隔时间 (T_间) 和发船频率(□) $\gamma = \frac{1}{t_{\text{间}}}$

➤ 航线往返航次时间 (T_{往返})

➤ 航线配船数 (m)

➤ 准班率 (K)

➤ 航线平均装卸总定额 (M_总)

➤ 航线货流总量 (ΣQ) 及各两港间货流量 (Q_{ij})

➤ 航线货流方向不平衡系数 (μ)

➤ 航线货流时间不平衡系数 (ρ)

➤ 航线货物平均运距 (l)

$$t_{\text{间}} = \frac{\alpha_{\text{发}} \cdot D_{\text{净}} \cdot T_{\text{历}}}{Q_{\text{max}}}$$

$$n_{\text{班}} = \frac{T_{\text{历}}}{T_{\text{间}}}$$

$$m = \frac{t_{\text{往返}} \cdot Q_{\text{max}}}{\alpha_{\text{发}} \cdot D_{\text{净}} \cdot T_{\text{历}}}$$

$$K = \frac{n_0 - n_k}{n_0} \times 100\%$$

第五章 班轮营运组织管理

第二节 班轮航线参数及班轮货流分析

- 班轮航线参数知识点补充：

- 准班率（K）

2019年11月上海航运交易所推出全球集装箱班轮准班率指数（Global Carrier Schedule Performance , GCSP）

由到离港准班率、收发货准班率和班期综合服务水平指数等构成。具体分为全球主干航线准班率、全球主要班轮公司与联盟准班率、全球主要班轮公司与联盟分航线准班率和全球主要港口班轮准班率。

全球集装箱班轮准班率指数能够帮助航运、港口等航运产业链上的相关企业提升精细服务的质量，帮助货主

第五章 班轮营运组织管理

第二节班轮航线参数及班轮货流分析

- 班轮航线参数知识点补充：

- 准班率（K）

如何计算？（GCSP船期数据采集是由样本班轮公司提供，船期预计靠泊（ETB）信息来源于班轮公司，船舶实际靠泊（ATB）信息则来源于货讯通的GVVMC数据平台采集的船舶AIS数据。）

计算准班率的依据是ATB与ETB间的差值，偏差在24小时内算准班。

收发货准班是指，取船舶实际靠泊前15天班轮公司对外公布的ETB，与ATB对比，偏差在24小时以内；

到离港准班是指，班轮公司在航班离港时宣布船舶抵达目的港的ETB，与ATB对比，偏差在24小时内。

准班率是指班轮公司的准班航次占该时期其所有航次的

第五章 班轮营运组织管理

第二节 班轮航线参数及班轮货流分析

- 班轮航线参数

例：

某航线一端点港年货量达13万吨，发航载重量利用率为0.85，另一端年发货量为10万吨，航线所配船舶全年参加营运，船舶的净载重量为10000吨，单船往返航次为80天。试求该航线上需配备多少船舶及发船间隔？

解： $m = \frac{tr * Q_{max}}{\alpha \text{发} D \text{定} T \text{历}}$

$$= 80 * 130000 / 0.85 * 10000 * 365$$

$$= 3.35 \approx 4 \text{艘}$$

$$t_{\text{间}} = 80 / 4 = 20 \text{天}$$

第五章 班轮营运组织管理

第二节 班轮航线参数及班轮货流分析

- 开辟班轮航线的基本条件
- 自然条件 航线吃水限制、航线气候情况、航线沿途港口情况、航线潮汐情况
- 货源条件 充足的货源、货流在时间和方向上的不平衡
- 其他条件 政治是否稳定、航线竞争状态运价水平、本公司的实力

第五章 班轮营运组织管理

第二节班轮航线参数及班轮货流分析

- 班轮航线货流分析

货流是班轮运输的基础，无论是开辟新的班轮航线，还是对现有班轮运行做计划，都需要对一定时期内航线上所包括的各个港口之间的货流进行深入分析。

卸货港 装货港	HAV	BRH	GOT	LIV	ROT	合计	HFX	NYC	BLT	POR	合计
HAV							100	200	50	50	400
BRH							60	100	150	100	410
GOT							60	200	60	60	380
LIV							150	300	80	60	590
ROT							80	300	200	200	780
合计							450	1100	540	470	2560
HFX	80	60	60	80	60	340					
NYC	150	50	300	80	100	680					
BLT	40	50	70	120	180	460					
POR	40	100	70	80	270	560					
合计	310	260	500	360	610	2040					

第五章 班轮营运组织管理

第三节新辟班轮航线论证

- 论证步骤
- 环境分析及目标拟定
- 方案设定
- 方案评价 *评价指标*
- 风险分析 (敏感性分析)
- 方案确定
- 方案实施
- 方案局部调整

第五章 班轮营运组织管理

第三节新辟班轮航线论证

- **环境分析及目标拟定**
- 环境分析包括航运市场及相关市场分析；航线竞争状况分析；航线货源调查与预测。航运市场分析主要分析市场供求状况、变动规律及发展趋势。相关市场分析主要是分析造船市场、买卖船市场及拆船市场的行情。
- 目标拟定也就是确定目标，这是论证决策的前提。班轮航线开辟论证决策的目标通常不只是一个，所以是多目标决策问题。常用的目标有市场占有率、资金利润率、船队规模及构成等。有了明确的决策目标之后，还需要制定该目标的评价体系，作为评价各个决策方案优劣的基本依据。

第五章 班轮营运组织管理

第三节新辟班轮航线论证

- 可选方案的拟定
- 航线结构方案拟定

班轮航线结构主要有两种：一种是采用多港挂靠直达运输方案，另一种是干/支线结合的转运方案。（分析优缺点）

- 航线挂港方案拟定

在航线的沿途港口当中，有些港口货源较稳定，需要船舶经常停靠，把它们作为基本港；另外一些港口由于货源不是十分充沛的缘故，船舶不一定要挂靠，把这些港称为非基本港。在选择基本港时应考虑以下主要因素：1) 地理因素。2) 货源因素。3) 港口因素。

- 航线班期方案拟定

即确定航线上的发船间隔。班期方案的拟定主要考虑航线上的货流量及班期对竞争能力的影响。班期不宜过长。

- 航线配船方案拟定

航线配船方案包括（1）运输工艺方案、（2）船型方案及（3）船舶数量方案三个方面。

第五章 班轮营运组织管理

第三节新辟班轮航线论证

- 可选方案的拟定
- 航线配船方案拟定
 - (1) 运输工艺方案:班轮航线船舶运输工艺主要有集装箱运输工艺、滚装运输工艺和散件运输工艺,相应的运输船舶有全集装箱船舶,半集装箱船舶、滚装船、普通杂货船和多用途船。
 - (2) 船型方案: 主要包括载重量/载箱量方案、航速方案及船舶动力装置方案。
 - (3) 船舶数量方案: 主要和航线往返时间及航线班期方案有关。

第五章 班轮营运组织管理

第三节新辟班轮航线论证

- 方案评价及最佳方案选择
 - 方案投资效果指标的计算
 - 风险分析及多目标的综合评价
 - 最后确定最佳方案。

第五章 班轮营运组织管理

第三节新辟班轮航线论证

- 方案评价及最佳方案选择
 - 净现值NPV (net present value)
 - 平均年度费用AAC(average annual cost)
 - 必要运费率RFR(required freight rate)
 - 内部收益率IRR(internal rate of return)
 - 投资偿还期PBP (pay back period)

第五章 班轮营运组织管理

第三节新辟班轮航线论证

- 方案评价及最佳方案选择

- 净现值NPV (net present value)

单利，在每年获得的利息不计入下一年的本金中。

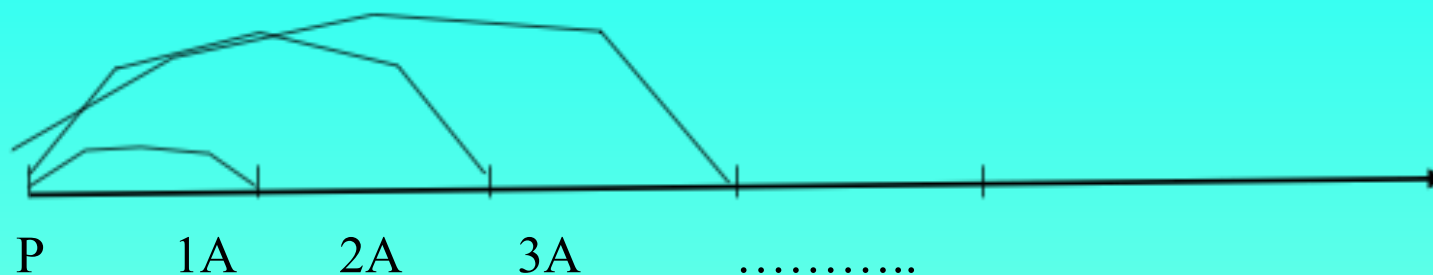
复利，在每年获得的利息后连同本金计入下一年计息中。

	本金	利息	本息和
第一年	P	$P*i$	$(1+i) P$
第二年	$(1+i) P$	$(1+i) P*i$	$(1+i)^2 P$
第三年	$(1+i)^2 P$	$(1+i)^2 P*i$	$(1+i)^3 P$
.			
.			
.			
第n年	$(1+i)^{n-1} P$	$(1+i)^{n-1} P*i$	$(1+i)^n P$

第五章 班轮营运组织管理

第三节 新辟班轮航线论证

- 方案评价及最佳方案选择



$$A/(1+i) + A/(1+i)^2 + A/(1+i)^3 + \dots = A \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

$$\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

年金现值因数

复利现值因数 $(P/F, i, j) = 1/(1+i)^j$ 又称折现率

资金回收因数 $(A/P, i, n)$

年金现值因数 $(P/A, i, n)$

第五章 班轮营运组织管理

第三节新辟班轮航线论证

- 方案评价及最佳方案选择

- 净现值NPV (net present value)

指某一投资方案在其整个经济使用期内，与不同时间发生的收入及支出的现金流量，通过规定的折现率统一折为该投资方案开始发挥效益的第一年度初的现值，然后求其代数和。

$$NPV = \sum_{j=1}^n A_j(P/F, i, j) + R(P/F, i, n) - P > 0 \quad \text{越大越多.}$$

式中 n——经济使用期（年）
 j——船舶经济使用期序号 j = 1, 2, ..., n
 A_j——第 j 年度净收益值（元）
 i——航运企业基准收益率（%）
 R——船舶残值（元）
 P——船舶投资（元）

第五章 班轮营运组织管理

第三节新辟班轮航线论证

- 方案评价及最佳方案选择

MARR Minnimun Acceptable Rate of Return最小可接受报酬率

折现率

银行存款利率 〈 贷款利率 〈 最小可接受报酬率 〈 期望报酬率

实际报酬率=内部收益率IRR

期望报酬率 〈 内部收益率

期望报酬率 〉 内部收益率

第五章 班轮营运组织管理

第三节新辟班轮航线论证

例投资者有1000万元，有三个项目可以投资，三个项目有不同的资金回报率。Marr为12%。问那个经济方案的效果最佳？

投资方案	第0年	第一年	第二年	第三年
------	-----	-----	-----	-----

A	-1000	1000		300
---	-------	------	--	-----

B	-1000	450	450	450
---	-------	-----	-----	-----

C	-1000		1400	
---	-------	--	------	--

方案A：

$$NPV=1000*1/(1+0.12)+300*1/(1+0.12)^3-1000=106\text{万元}$$

方案B：

$$NPV=450*1/(1+0.12)+450*1/(1+0.12)^2+450*1/(1+0.12)^3-1000=81\text{万元}$$

$$\text{方案C: } NPV=1400*1/(1+0.12)^3-1000=-3.5\text{万元}$$

习题：

某船公司投资8000万元订造一艘3万载重吨的散货船，用于期租，预计在使用期内期租租金率为80元/月载重吨，经纪人佣金为运费收入的2.5%，营业税为运费收入的3%，船舶投入营运后的年固定费用为1100万元，其中折旧费为380万元，假定每年营运11个月，使用年限为20年，残值为400万元，基准收益率 $i=15\%$ 。求该投资方案的净现值和投资偿还期。

$$(A/P, 15\%, 20) = 0.1598 \quad (P/F, 15\%, 20) = 0.0611$$

$$(A/F, 15\%, 20) = 0.0098 \quad (P/A, 15\%, 20) = 6.2593$$

第五章 班轮营运组织管理

第三节新辟班轮航线论证

- 方案评价及最佳方案选择

- 平均年度费用AAC(average annual cost) 越小越好

整个经济使用期内各个年度所发生的费用支出，即期初所发生的投资支出和期末所发生的船舶残值收入，通过规定的收益率，统一折为某一年度的现值，然后求其代数和（即总费用现值），再将此和用资金回收因数平均分摊到各年份。

$$AAC = \frac{(A/P, i, n) \left[P + \sum_{j=1}^{n-1} K_j (P/F, i, j) - R(P/F, i, n) \right]}{n}$$

$$AAC = K + P(A/P, i, n) - R(A/F, i, n)$$

第五章 班轮营运组织管理

第三节新辟班轮航线论证

- 方案评价及最佳方案选择

- 必要运费率RFR(required freight rate)

为达到预定的基准收益率，运输单位运量所必要的运费收入

$$RFR = \frac{AAC}{\sum Q} (1 - T_{营})$$

- 内部收益率IRR(internal rate of return) 某项投资在经济使用期内的净现值正好为零时的投资收益率。

IRR > 最好接受报酬率
越大越好

- 投资偿还期PBP (pay back period)

给定基准收益率，用项目方案的净现金收入求出偿还全部投资的时间。

$$PBP = \frac{\sum \frac{A - p_i}{(1+i)^j}}{\sum \frac{A - p_i}{(1+i)^j}}$$

$$P - \sum \frac{A}{(1+i)^j} = 0$$

$$\frac{\lg \left(\frac{A}{A - p_i} \right)}{\lg (1+i)}$$

习题：

某二手船价格 $P=5674$ 万元，预计使用年限为 $N=7$ 年，平均净收益 $A=1336$ 万元，不计残值，折现率 $i=5\%$ 。试计算该投资项目的净现值，和投资偿还期。

第五章 班轮营运组织管理

第四节 班轮航线结构的选择

- 班轮航线结构类型
 - 多港挂靠的航线结构
 - 干线 / 支线转运

第五章 班轮营运组织管理

第四节 班轮航线结构的选择

- 不同航线结构单位运输成本比较
- 集装箱船舶的运输成本包括，船舶固定费用、集装箱费用、燃料费用、集装箱装卸费用和船舶港口使费。其中集装箱费用是指购买或租用集装箱所花的费用。
- 多港挂靠航线所对应的单位运输成本受船舶载箱量、航速、航线距离、港口平均装卸效率和挂靠港口数目等因素的影响。在航速、航线距离和装卸效率一定的条件下，单位运输成本随船舶载箱能力增大而减小，随挂靠港口数目增加而增大。
- 影响干线 / 支线经济效果好坏的主要因素包括，干 / 支线船舶载箱量、航速、航线距离、装卸效率和转运比例。其中，干线距离的大小表示转运港相对其它支线港的位置，支线距离说明航线一端港口的稀疏程度，转运比例表明货流在港口之间的分布情况。

第五章 班轮营运组织管理

第五节 班轮航线系统配船

- 班轮航线系统配船基本要求
- 技术上可行。
 - 第一，船舶的尺度性能要适应航道水深、泊位水深、码头和船闸的尺度要求。
 - 第二，船舶的结构性能、装卸性能和船舶设备等应满足航线货物、港口装卸条件的要求。
 - 第三，船舶的航行性能要适应航线营运条件。
 - 第四，船舶航速应满足航线班期和船期表的要求。
- 经济上的合理。
 - 传统方法：“大船配大线”法则，亦即大吨位、高速船配置在航距长、装卸效率高、货源充足的航线上。
 - 现代方法：线性规划模型。

第五章 班轮营运组织管理

第五节 班轮航线系统配船

- 线性规划进行航线配船
 - 第一步，收集、整理、分析资料并计算各类型船在不同航线上的运输能力和营运费用。
 - 第二步，建立航线配船线性规划模型。
 - 第三步，模型求解。在一般情况下，上述模型应采用单纯形法求解。当然也可采用解分配问题的表上作业法，但远比解运输问题的表上作业法复杂。
 - 第四步，根据实际情况，对求解的结果作适当的调整并确定具体的安排。

第五章 班轮营运组织管理

第五节 班轮航线系统配船

建立航线配船线性规划模型

设公司有 m 种船型，编号 $i=1, \dots, m$ ；

共开辟 n 条航线，编号 $j=1, \dots, n$ ；

已知：第 i 型船在整个历期内全部安排在 j 航线上的运输能力为 P_{ij} ；

第 i 型船在整个历期内全部安排在 j 航线上的营运费用为 C_{ij} ； \square

j 航线上历期内的货运任务为 Q_j 。 \square

设： x_{ij} ——第 i 型船安排在 j 航线上的艘天比例，决策变量。

第五章 班轮营运组织管理

第五节 班轮航线系统配船

建立航线配船线性规划模型

当运力大于运量，可取营运费用最省为目标。目标函数分析：

第1航线上发生的成本 C_1

$$C_1 = C_{11}X_{11} + C_{21}X_{21} + \dots + C_{m1}X_{m1}$$

同样，第2航线上发生的成本 C_2 为

$$C_2 = C_{12}X_{12} + C_{22}X_{22} + \dots + C_{m2}X_{m2}$$

第 n 航线上发生的成本 C_n 为

$$C_n = C_{1n}X_{1n} + C_{2n}X_{2n} + \dots + C_{mn}X_{mn}$$

总成本 $C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

$$\begin{aligned} &= C_{11}X_{11} + C_{21}X_{21} + \dots + C_{m1}X_{m1} \\ &+ C_{12}X_{12} + C_{22}X_{22} + \dots + C_{m2}X_{m2} \\ &+ \dots \\ &+ C_{1n}X_{1n} + C_{2n}X_{2n} + \dots + C_{mn}X_{mn} \end{aligned}$$

第五章 班轮营运组织管理

第五节 班轮航线系统配船

建立航线配船线性规划模型

约束条件分析：

完成货运任务约束：

要完成第1航线上的货运任务 Q_1 ，要求

$$P_{11}X_{11}+P_{21}X_{21}+...+P_{m1}X_{m1}\geq Q_1$$

同样，要完成第2航线上的货运任务 Q_2 ，要求

$$P_{12}X_{12}+P_{22}X_{22}+...+P_{m2}X_{m2}\geq Q_2$$

要完成第 n 航线上的货运任务 Q_n ，要求

$$P_{1n}X_{1n}+P_{2n}X_{2n}+...+P_{mn}X_{mn}\geq Q_n$$

第五章 班轮营运组织管理

第五节 班轮航线系统配船

建立航线配船线性规划模型

运输能力约束：

各型船在各航线上的工作艘天之和小于该型船总的营运艘天数。（工作艘天比例之和小于1）

第1型船的能力约束为

$$X_{11}+X_{12}+...+X_{1n}\leq 1$$

第2型船的能力约束为

$$X_{21}+X_{22}+...+X_{2n}\leq 1$$

...

第m型船的能力约束为

$$X_{m1}+X_{m2}+...+X_{mn}\leq 1$$

第三个约束条件要求i型船在j航线上的工作艘天数占总营运艘天数的比例 X_{ij} 不应该是

负值： $X_{ij}\geq 0 \quad i=1,...,m; j=1,...,n$ 。

第五章 班轮营运组织管理

第五节 班轮航线系统配船

建立航线配船线性规划模型

数学模型为:

目标函数

$$\text{Min} C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} x_{ij}$$

约束条件

$$\sum_{i=1}^m P_{ij} x_{ij} = Q_j \quad j = 1, \boxed{?}, n$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq 1 \quad i = 1, \boxed{?}, m$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i = 1, \boxed{?}, m; j = 1, \boxed{?}, n$$

第五章 班轮营运组织管理

第五节 班轮航线系统配船

例：在两条给定运量的航线上，可以使用三种类型的船舶。各航线上的运量、不同类型的船舶在各航线上的运输能力及营运费用如表所示，试编制航线配船方案，在保证完成运输任务的前提下使营运费用最小。

	船舶生产能力		船舶营运费用		营运期
	(百万吨海里/天)		(千元/天)		
	航线 1	航线 2	航线 1	航线 2	
船型 1	10	15	4	8	300
船型 2	5	10	3	4	300
船型 3	12	10	5	4	300
运量 (百 万吨海	3600	4800			

第五章 班轮营运组织管理

第五节 班轮航线系统配船

解：取 x_{ij} 作为决策变量，它表示 i 型船舶分配在 j 航线上工作的营运期份额($0 \leq x_{ij} \leq 1$)。这时，表示总营运费用的目标函数为：

$$\text{Min}C = 300 \times (4x_{11} + 8x_{12} + 3x_{21} + 4x_{22} + 5x_{31} + 4x_{32})$$

表示约束条件的不等式有以下三组：□

第一组，每一条航线上的运量必须保证完成，约束不等式为：

$$300 \times (10x_{11} + 5x_{21} + 12x_{31}) = 3600$$

$$300 \times (15x_{12} + 10x_{22} + 10x_{32}) = 4800$$

第二组，各型船在两条航线上工作的营运期份额的总和不应超过1（整个营运期），约束不等式为：

$$x_{11} + x_{12} \leq 1$$

$$x_{21} + x_{22} \leq 1$$

$$x_{31} + x_{32} \leq 1$$

第五章 班轮营运组织管理

第五节 班轮航线系统配船

显然，可以取函数 $C' = C/300$ 的最小值去取代 C 而最终将得到同样的解。对第一组约束条件进行类似的化简，得问题的模型如下：

目标函数

$$\text{Min} C' = 4x_{11} + 8x_{12} + 3x_{21} + 4x_{22} + 5x_{31} + 4x_{32}$$

约束条件□

$$10x_{11} + 5x_{21} + 12x_{31} = 12$$

$$15x_{12} + 10x_{22} + 10x_{32} = 16$$

$$x_{11} + x_{12} \leq 1$$

$$x_{21} + x_{22} \leq 1$$

$$x_{31} + x_{32} \leq 1$$

第五章 班轮营运组织管理

第五节 班轮航线系统配船

解得：

$$x_{11} = 1, x_{12} = 0, x_{21} = 0, x_{22} = 1, x_{31} = 1/6, x_{32} = 3/5$$

最小的营运费用 $C = 300 \times C_{\min} = 300 \times 337/30 = 3370$ (千元)

具体安排：第1型船全部安排在第1航线；第2型船全部安排在第2航线；第3型船在第1航线安排1/6的运力（50天），在第2航线安排3/5的运力（180天），余下的运力可调到其他航线或揽载其他任务。

利用excel的规划求解过程。

第五章 班轮营运组织管理

第五节 班轮航线系统配船

建立航线配船线性规划模型

当运力小于运量，可取货运量最大为目标，数学模型为：

目标函数

$$\text{Max} Q = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P_{ij} x_{ij}$$

约束条件

$$\sum_{i=1}^m P_{ij} x_{ij} \leq Q_j \quad j = 1, \boxed{?}, n$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, \boxed{?}, m$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i = 1, \boxed{?}, m; j = 1, \boxed{?}, n$$

第五章 班轮营运组织管理

第六节 班轮挂靠港口的选择

- **班轮挂靠港口的选择问题**
- 船公司在开辟新的班轮航线时，根据远景的运量预测，结合船队的运力情况，可初步地确定出航线结构，做出相应的航线规划，其内容包括航线上需挂靠港口和停靠顺序，以及各港间可承运的货运量。
- 在航线挂靠的港口当中，有些港口货流较大且很稳定，需要船舶经常停靠，把它们定为基本港；另外一些港口出于货源不充沛的缘故，船舶不一定经常挂靠，把这些港口称为非基本港。
- 在班轮营运过程中，各港间的货流情况随时都在发生着变化，原来确定的基本港和非基本港也不是绝对不能改变的。这就需要船公司在一定时期内，根据当时货源的具体情况，对船舶挂靠港口进行适当的调整。

第五章 班轮营运组织管理

第六节 班轮挂靠港口的选择

- **班轮挂靠港口的选择方法**
 - 首先在航线两端各自选取一个港口作为航线两端初始挂靠港口，它们构成了简单的班轮航线，根据约束条件和目标函数公式可计算出相应的运费收入值。
 - 在此基础上，从两端每次再选取一个港口，顺序地加入到初始港的后面，这就构成了新的班轮航线。重新计算运费收入，若新的运费收入比上一个航线方案运费收入值大，说明此港口挂靠方案较上一个要好，保留此方案，然后再重复上面的加港过程，直到实际往返航次时间等于计划往返航次时间为止。
 - 如果中间加了一个港口之后，航线的运费收入没有增加，说明此港不宜挂靠，在航线中需舍去此港。
 - 比较不同的初始挂靠方案，根据运费收入大小，可选出最佳的班轮挂靠港口方案。

第五章 班轮营运组织管理

第七节 班轮船期表的制定

- **船期表概述**
- 在班轮营运中，不论是严格按船期表运行的班轮，还是定线不严格定期的班轮，都需要预先编制船期表。班轮船期表是以表格的形式反映船舶在空间上和时间上运行程序的计划文件。班轮船期表的**主要内容**包括：航线、船名、航次编号、始发港、中途港、终点港的港名，到达和驶离各港的时间，其他有关的注意事项等。
- 制订班轮船期表是班轮营运组织工作的一项重要内容。公司制订并公布班轮船期表有多方面的**作用**。首先是为了招揽航线途经港口的货载，既为满足货主的需要，又体现海运服务的质量；其次是有利于船舶、港口和货物及时衔接，使船舶有可能在挂靠港口的短暂时间内取得尽可能高的工作效率；再次是有利于提高船公司航线经营的计划质量。

第五章 班轮营运组织管理

第七节 班轮船期表的制定

- 船期表的基本要求
- 船舶的往返航次时间（班期）应是发船间隔的整倍数
- 船舶到达和驶离港口的时间要恰当
- 船期表要有一定的弹性

第五章 班轮营运组织管理

第七节 班轮船期表的制定

- 船期表的编制方法
- 航线发船间隔的计算与处理

$$t_{\text{间}} = \frac{\alpha_{\text{发}} \cdot D_{\text{净}} \cdot T_{\text{历}}}{\sum Q}$$

v 班期(往返航次时间)计算

$$t_{\text{速}} = t_{\text{直}} + t_{\text{航}} + \sum t_{\text{始}} + \sum t_{\text{终}} + \sum t_{\text{停}}$$

v 航线配船数计算

$$m = \frac{t_{\text{速}}}{t_{\text{间}}}$$

v 航段时间计算与调整

第五章 班轮营运组织管理

第七节 班轮船期表的制定

- 船期表的编制方法
- 航段时间计算与调整

$$ETA_{(j)} = ETD_{(i)} + t_{\text{航}(ij)} + t_{\text{离}(ij)} + t_{\text{到}(ij)}$$

$$ETD_{(i)} = ETA_{(i)} + t_{\text{停}(i)}$$

$$t_{\text{航}(ij)} = L_{\text{间}(ij)} / v + t_{\text{出}(i)} + t_{\text{进}(j)}$$

$$t_{\text{到}(ij)} = t_{\text{到}(j)} - t_{\text{到}(i)}$$

$$t_{\text{隔}(i)} = t_{\text{到}(i)} - ETD_{(i)}$$

$$t_{\text{离}} = \sum_i t_{\text{离}(ij)} + \sum_{ij} t_{\text{离}(ij)}$$

$$t_{\text{停}(i)} = t_{\text{到}(i)} + t_{\text{离}(i)} + t_{\text{延}(i)}$$

$$t_{\text{差}} = ETA_{\text{虚}(1)} - ETA_{(1)}$$

第五章 班轮营运组织管理

第七节 班轮船期表的制定

- **编制船期表的注意事项**
- 便于船舶到港靠泊后立即开始装卸工作。注意与其它运输工具运行时刻表的衔接配合
- 避免与使用同一泊位的其他班轮在同一时间到达港口
- 避免安排船舶在非工作日到达港口，以减少船舶在港口的非工作停泊时间，加速船舶周转。
- 做好船舶使用效率与准班率二者的权衡问题，对船舶在各段的运行或作业时间应适当地留有余地。
- 对航道水深较浅、使船舶吃水受限制的港口或航段，若要利用高潮期间通行、应留出等潮时间余量。

