

航运碳中和：碳中和政策对航运市场影响（三）

投资咨询业务资格：
证监许可【2012】669号

报告要点

本系列专题主要探讨碳中和政策对航运业的影响，分为碳中和政策介绍、航运业碳排放趋势、航运业降碳路径、航运业降碳影响四个方面。

摘要：

碳中和政策大势所趋，航运业碳减排刻不容缓：船舶能效设计指数(EEXI)将于2023年1月1日正式实施，航运业的二氧化碳排放量将每年下降6%，到2050年降至1.2亿吨。国际海事组织(IMO)于2018年4月通过了航运业温室气体减排初步战略，以2008年碳排放为基准，提出到2030年将航运业碳排放强度降低40%，2050年碳排放强度降低70%（碳排放总量降低50%）的明确目标。

全球海运运力变动受政策影响不确定性增大：经济增长驱动海运需求提升，海运需求提升带动运力增长，分船型来看未来运力增长仍集中在集装箱、干散货和油轮主力船型。分燃料类型看，运力的增长不仅要考虑到经营效益，也须考虑航运碳减排政策要求，船东要在当前不确定的环境下决定扩张、更新何种类型的船只，要适应脱碳、零排放环境法规的变化，航运业需要更先进的技术或替代燃料来提高船舶能效，技术、可选燃料不确定性较大，未来运力的变动不确定性较大。

航运减碳影响深远：二氧化碳排放受船型、速度、大小、船体设计、压舱物、技术以及使用的燃料类型等因素影响。船东将在现有技术条件下根据难易程度选择适合自己的减碳方式，比如短期选择降速手段（只有约15%的船舶满足新规要求，85%的集装箱船需降低航速以满足EEXI要求，有效运力将减少6%到10%），中期LNG船舶、甲醇燃料应用增多、船舶大型化成为趋势，长期随着技术的发展航运减碳将向替换燃料倾斜，例如氢气、氨气燃料船舶。航速下降导致市场有效运力下降，船舶航行时间延长导致海运总成本提升，运力增加、替代燃料船舶需要资本支出提升来实现，运力不足导致经济增速回落、运费上涨概率提升，降速导致单船油耗下降，尽管运力提升，燃料油需求增速或较前期下调。

化工研究团队

研究员：
胡佳鹏（甲醇、尿素）
021-80401741
hujiapeng@citicsf.com
从业资格号：F3039655
投资咨询号：Z0013196

黄谦（PTA、乙二醇）

021-80401738
huangqian@citicsf.com
从业资格号：F3063512
投资咨询号：Z0014611

杨家明（燃料油、沥青）

021-80401704
yangjiaming@citicsf.com
从业资格号：F3046931
投资咨询号：Z0015448

目 录

摘要:	1
一、 航运业碳排放趋势	4
免责声明	39

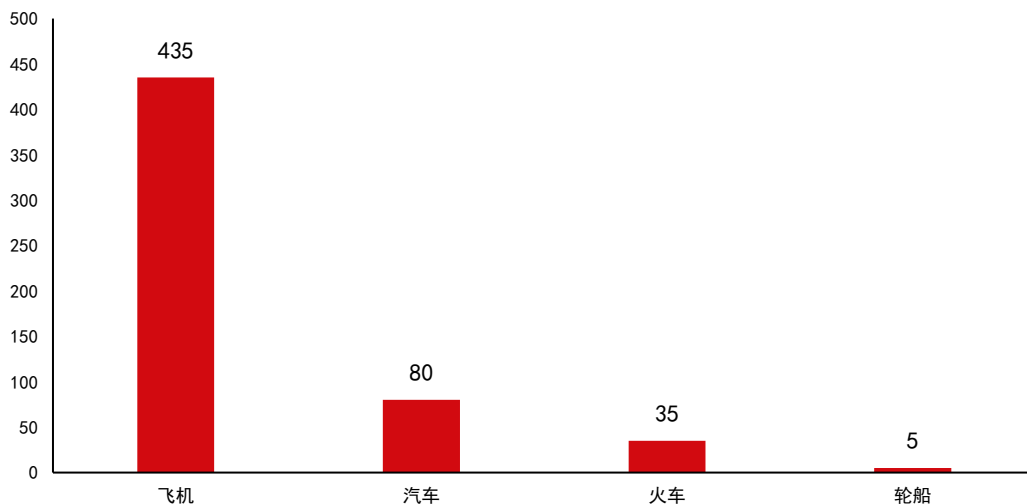
图目录

图 1:	各交通方式二氧化碳排放强度 单位: g/t-km	4
图 2:	不同船型二氧化碳排放量占比	4
图 3:	船舶行距船型与成本强度关系	5
图 4:	航运二氧化碳排放占比 单位: 百万吨	5
图 5:	2021 年全球航运燃料类型	6
图 6:	2018 不同船型燃油消耗 (船型) 单位: 百万吨	7
图 7:	2018 不同船型燃油消耗 (单船) 单位: 千吨	7
图 8:	2017 船舶燃料消耗占比与船型关系	8
图 9:	2018 年船舶不同状态下的温室气体排放占比	8
图 10:	国际航行船只油耗部位 单位: 千吨	9
图 11:	IMO 第三次与第四次温室气体研究关于船舶在途时长与航速的对比 单位: 天	9
图 12:	主机转速与主机负荷指示曲线 单位: r/min	12
图 13:	主机转速与每海里油耗 单位: r/min, kg/n mile	12
图 14:	实际测量数据	12
图 15:	2012-2018 国际航运船舶温室气体排放 单位: 百万吨, 千吨	13
图 16:	船舶燃料的温室气体排放 单位: 千克/吨	14
图 17:	2012 和 2018 年船舶温室气体总排放量和单船排放量	15
图 18:	干散货、集装箱和油轮运力变化与 CO ₂ 排放变化	15
图 19:	2019 年不同船型二氧化碳总排放与单船排放	16
图 20:	2019 年船只二氧化碳排放 (分船旗国)	16
图 21:	不同船型单船年度 CO ₂ 排放量 单位: 吨	17
图 22:	不同船型 CO ₂ 月度排放量 单位: 百万吨	17
图 23:	不同船旗国 CO ₂ 排放量 单位: 百万吨	18
图 24:	航运碳排放因子	18
图 25:	航运减排方式	19
图 26:	航运减排方式	19
图 27:	温室气体减排方式与对应成本	20
图 28:	航运减排方式	20
图 29:	航运减排方式	21
图 30:	船舶分类	23
图 31:	全球各船型海运需求 (吨英里) 增速	23
图 32:	全球各大宗商品海运需求 单位: 吉吨海里/年	24
图 33:	航运贸易量 单位: 十亿吨英里	24

图 34:	1971-2017 经济增速与燃料油消耗关系.....	25
图 35:	全球海运贸易量 单位: 百万吨.....	26
图 36:	全球船舶运力(载重吨)增速.....	26
图 37:	全球船舶数量和载重吨 单位: 艘, 吨.....	27
图 38:	全球船队年龄趋势(载重吨占比)	27
图 39:	全球船队船龄	28
图 40:	全球前 25 船东国籍(按价值)	29
图 41:	全球船队船东国籍(按载重吨)	30
图 42:	全球船队船旗注册地.....	31
图 43:	船舶新订单交付 单位: 千吨.....	32
图 44:	全球船舶订单增速(载重吨)	32
图 45:	全球船舶订单(分船型) 单位: 千吨.....	33
图 46:	2020 年船舶新建、注册和回收国家.....	33
图 47:	2020 全球船舶回收 单位: 千吨.....	34
图 48:	集装箱船体型趋势 单位: TEU.....	34
图 49:	集装箱船数量趋势.....	34
图 50:	油轮体型趋势	35
图 51:	油轮体型数量趋势.....	35
图 52:	干散货船体型趋势.....	35
图 53:	干散货船数量趋势.....	35
图 54:	干散货船体型趋势 单位: 吨.....	36
图 55:	干散货船数量趋势.....	36
图 56:	全球船舶新技术应用比例.....	36
图 57:	不同船型平均 EEOI 变动.....	37
图 58:	不同船型平均 AER 变动.....	37

一、航运业碳排放趋势

图 1：各交通方式二氧化碳排放强度 单位：g/t-km



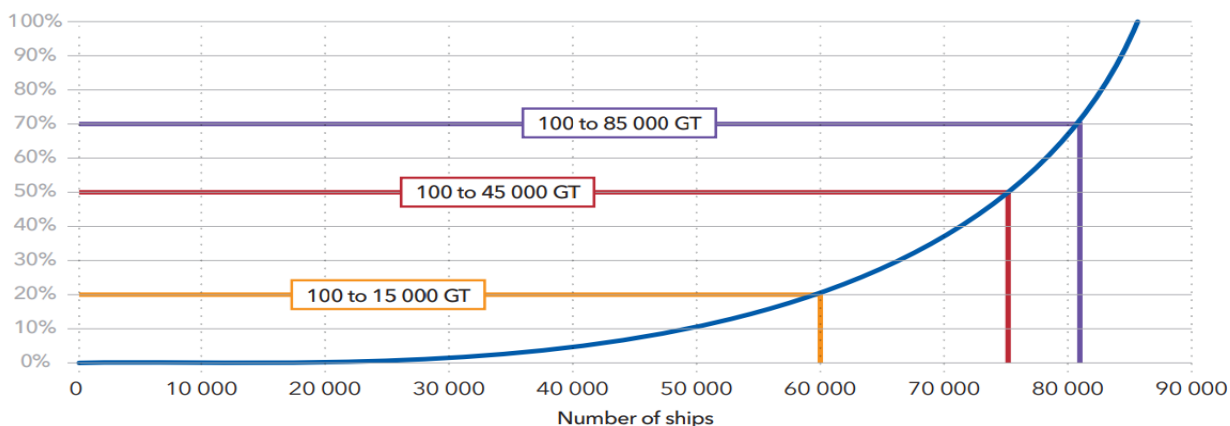
资料来源：DNV 中信期货研究所

大型船舶二氧化碳排放强度是飞机的 1%，是火车的 14%，其二氧化碳排放总量占全球二氧化碳排放不足 3%，船舶二氧化碳排放与载重吨有关，干散货、集装箱以及油轮载重占比大但在全球船舶数量占比小，较少的船只贡献了较多的二氧化碳排放量。

图 2：不同船型二氧化碳排放量占比

CO₂ emissions from 86 000 ships in 2018 analysed by ship size^a

Units: Share of CO₂ emissions

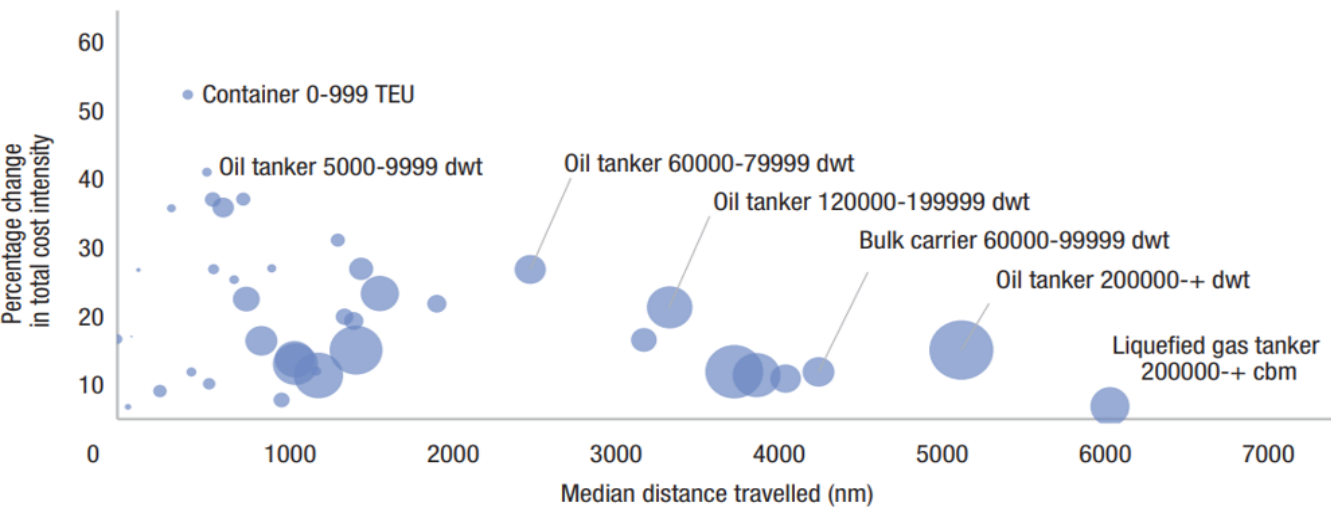


^a Data for this analysis are accumulated CO₂ emissions for 86 000 ships observed in the AIS system in 2018 as a function of ship size in gross tonnage (GT), as calculated in our study.

Source: DNV GL

资料来源：DNV 中信期货研究所

图 3：船舶行距船型与成本强度关系



资料来源：IMO 中信期货研究所

随着船型增大，航程提升，船舶的成本强度不断下降，因此未来船舶大型化可能是一个趋势。

图 4：航运二氧化碳排放占比 单位：百万吨

年份	全球二氧化碳排放	航运二氧化碳排放	航运排放占比	基于航程的国际航运二氧化碳排放	占比	基于船舶的国际航运二氧化碳排放	占比
2012	34793	962	2.76%	701	2.01%	848	2.44%
2013	34959	957	2.74%	684	1.96%	837	2.39%
2014	35225	964	2.74%	681	1.93%	846	2.40%
2015	35239	991	2.81%	700	1.99%	859	2.44%
2016	35380	1026	2.90%	727	2.05%	894	2.53%
2017	35810	1064	2.97%	746	2.08%	929	2.59%
2018	36573	1056	2.89%	740	2.02%	919	2.51%

资料来源：IMO 中信期货研究所

近年来，全球二氧化碳排放、航运二氧化碳排放总量不断提升，但增速逐步下降。

图 5：2021 年全球航运燃料类型

燃料类型	船只	吨位 (GT)	标箱 (TEU)	载重吨 (dwt)	船只占比	GT%	TEU%	dwt%
Very Low-Sulphur (VLS) Intermediate Fuel Oil (IFO)	36 188	993 715 259	18 384 210	1 534 083 046	36.26	69.08	70.97	72.11
VLS Marine Diesel Oil (MDO)	33 118	29 698 675	149 929	27 886 341	33.18	2.06	0.58	1.31
IFO 380*	3 635	283 299 533	6 949 482	437 386 040	3.64	19.69	26.83	20.56
VLS Marine Gasoil (MGO)	2 539	7 441 142	34 467	6 769 951	2.54	0.52	0.13	0.32
Ultra-Low Sulphur (ULS) MDO	381	697 587	7 000	661 627	0.38	0.05	0.03	0.03
LNG, VLS IFO	373	36 964 811	144 014	30 159 817	0.37	2.57	0.56	1.42
LNG, VLS MDO	168	10 814 060	12 703	8 190 743	0.17	0.75	0.05	0.39
IFO 180	166	7 351 589	75 955	9 536 173	0.17	0.51	0.29	0.45
ULS IFO	43	352 580	15 617	438 639	0.04	0.02	0.06	0.02
LNG, VLS MGO	37	424 846	10	430 662	0.04	0.03	0	0.02
LNG	32	459 380	260	139 039	0.03	0.03	0	0.01
MDO	22	652 797	1 629	188 652	0.02	0.05	0.01	0.01
ULS MGO	22	26 594	16 571	0.02	0	0	0.03	0
Biofuel	18	360 677	11 684	386 434	0.02	0.03	0.05	0.02
MGO	12	880 222	122 003	0.01	0.06	0.01	0.02	0.06
Methanol, VLS IFO	11	336 377	552 044	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02
Ethane, VLS IFO	7	292 595	264 750	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
Nuclear	6	144 573	1 324	50 079	0.01	0.01	0.01	0
LPG, VLS IFO	5	236 752	272 690	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
Biofuel, LNG	4	43 851	3 907	0	0	0	0.01	0
Compressed Natural Gas (CNG), VLS MDO	3	111 058	105 325	0	0.01	0	0	0.01
IFO 380, LNG	2	251 144	18 400	0	0.02	0	0	0.02
MDO, MGO	2	183 254	16 030	0	0.01	0	0	0.01
Biofuel, VLS MGO	2	6 810	9 876	0	0	0	0	0
VLS IFO, Well Fuel	1	86 952	166 546	0	0.01	0.01	0	0.01
CNG, VLS MGO	1	30 742	31 473	0	0	0	0	0
LNG, MDO	1	65 314	600	22 437	0	0	0	0
IFO 380*, MGO	1	149 215	19 189	0	0.01	0	0	0.01
Methanol	1	51 837	10 670	0	0	0	0	0
Nuclear, VLS MDO	1	33 500	9 000	0	0	-	0	0
Unknown fuel type	22 998	63 435 988	115 238	69 356 421	23.04	4.41	0.44	3.26
Grand Total	99 800	1 438 599 714	25 904 122	2 127 304 575	100	100	100	100
<i>World total known fuel type</i>	<i>76 802</i>	<i>1 375 163 726</i>	<i>25 788 884</i>	<i>2 057 948 154</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>

资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

当前，航运燃料以低硫燃油、高硫燃油、柴油以及 LNG 为主，航运二氧化碳排放主要集中在这些化石燃料的使用上，现阶段测算二氧化碳排放水平需要监测化石燃料的使用数量。

图 6：2018 不同船型燃油消耗（船型） 单位：百万吨

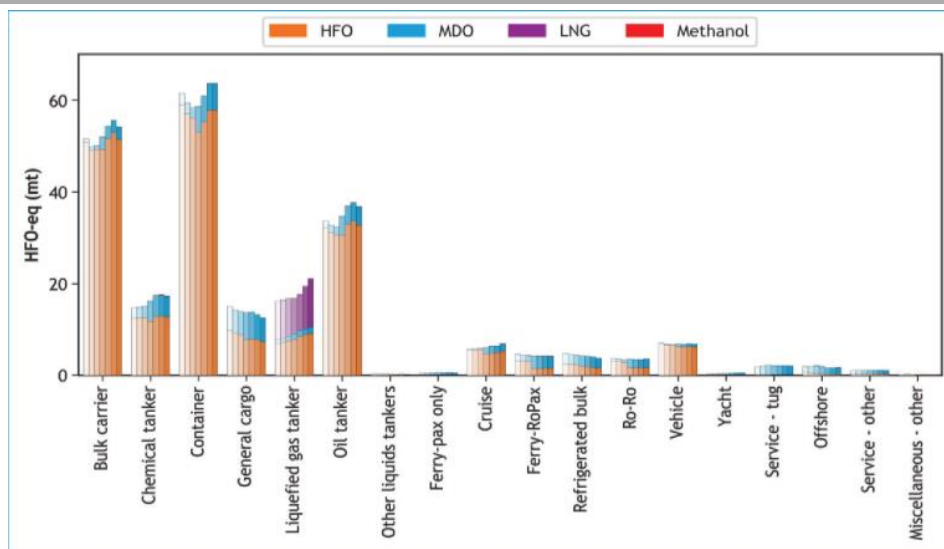


Figure 4 – International HFO-equivalent fuel consumption per ship type, according to the voyage-based allocation of international emissions

资料来源：IMO 中信期货研究所

集装箱、干散货、油轮载重吨占比最大，其油耗水平也处于较高水平，结合油耗水平与二氧化碳排放量关系，未来航运业二氧化碳减排主要集中在三大主力船型上面。

图 7：2018 不同船型燃油消耗（单船） 单位：千吨

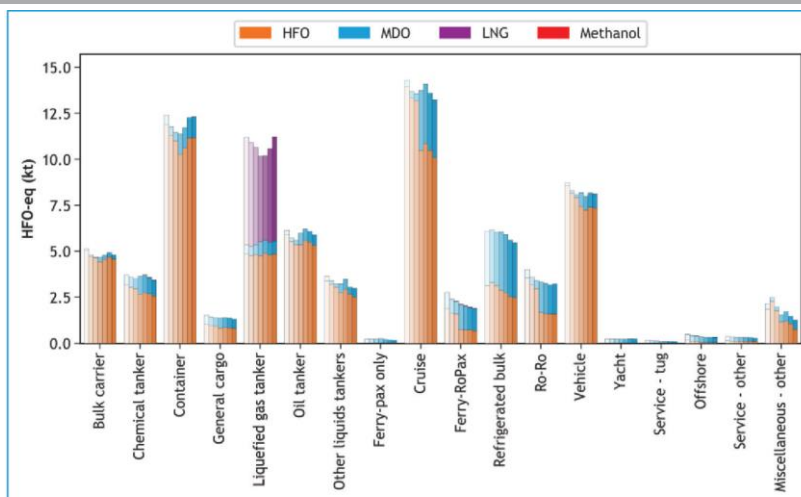


Figure 64 – Average annual HFO-equivalent fuel consumption per ship, split by fuel type, on international voyages only

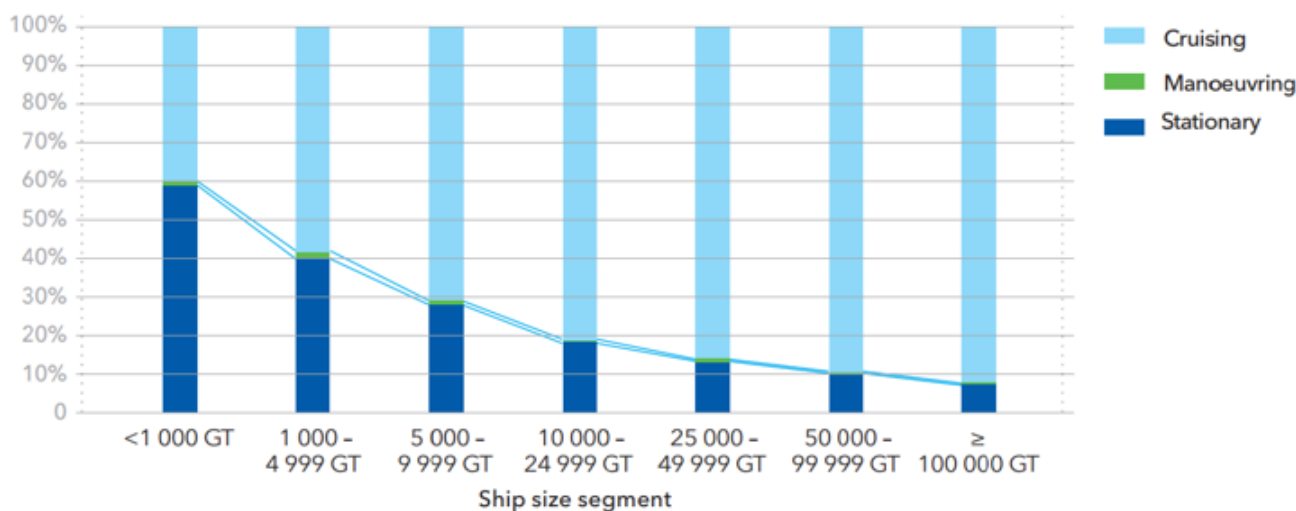
资料来源：IMO 中信期货研究所

单船油耗方面，游船、集装箱、液化气船、艇单船油耗较高，或与这些船只的速度有关，高速船只往往油耗较大。

图 8：2017 船舶燃料消耗占比与船型关系

Share of fuel used in each operational mode in 2017 by ship size segment

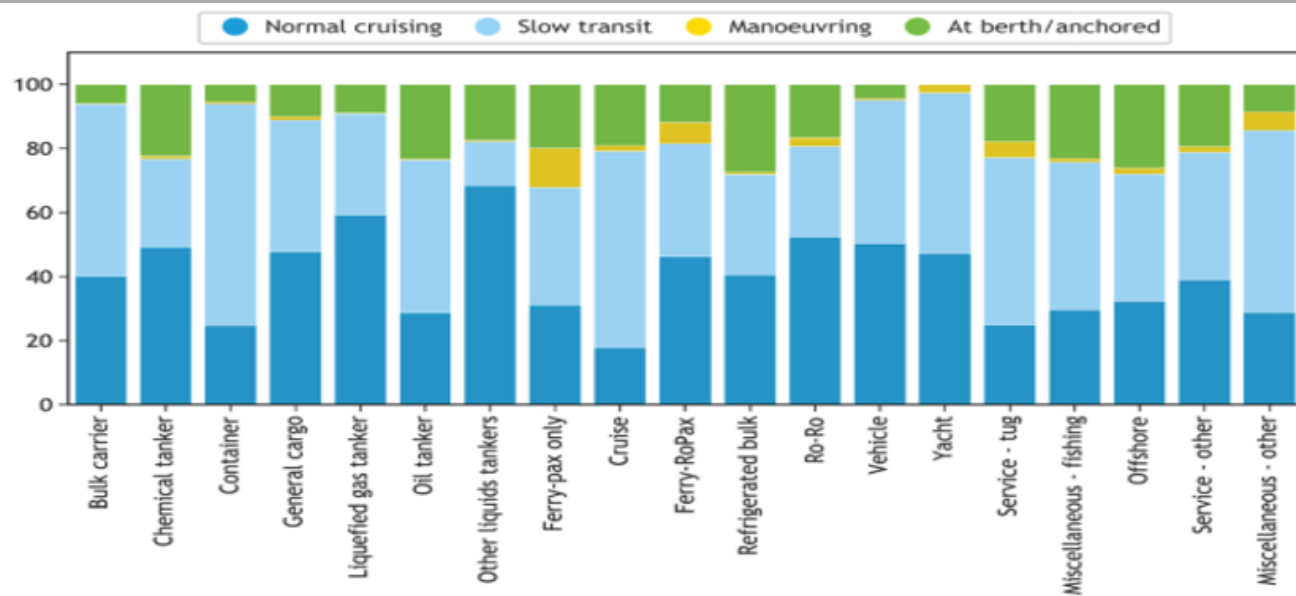
Units: Percentages



资料来源：DNV 中信期货研究所

集装箱、油轮以及干散货船只多为大型船只，大型船只油耗主要集中在航行阶段。

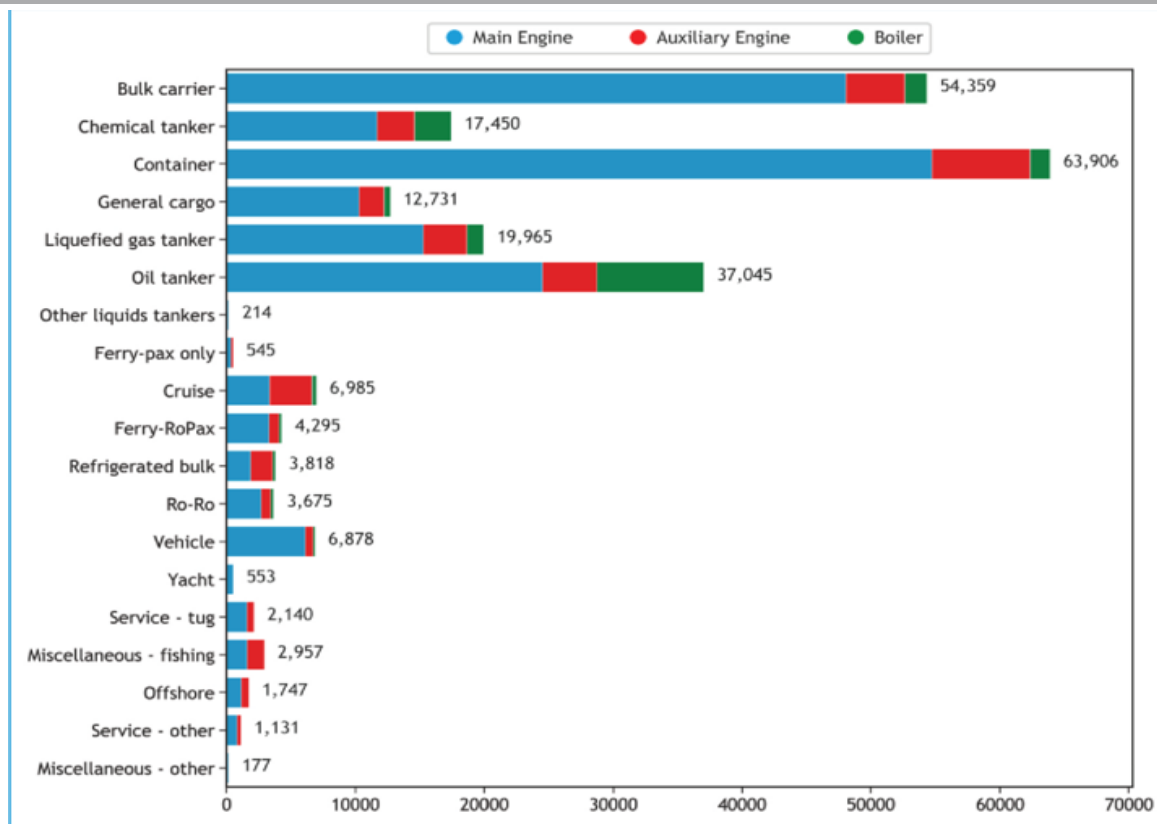
图 9：2018 年船舶不同状态下的温室气体排放占比



资料来源：IMO 中信期货研究所

大型船只的温室气体排放主要集中在缓慢运输和普通巡航阶段，而液化气船和小型船只巡航阶段的排放水平要大于缓慢运输阶段。

图 10： 国际航行船只油耗部位 单位：千吨



资料来源：IMO 中信期货研究所

图 11： IMO 第三次与第四次温室气体研究关于船舶在途时长与航速的对比 单位：天

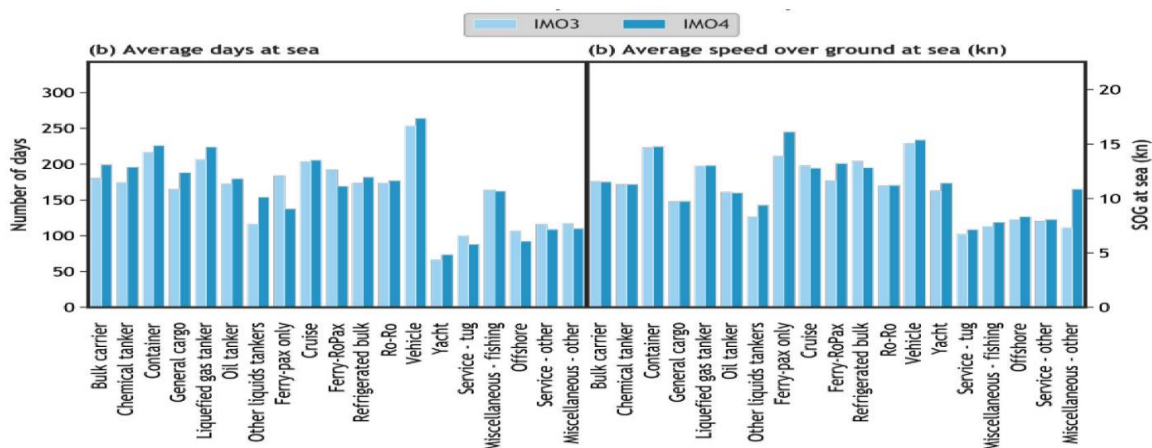


Figure 111 – Comparison between the Third and Fourth IMO GHG Studies’
(a) average days at sea and (b) average speed over ground at sea

资料来源：IMO 中信期货研究所

大型船只油耗主要集中在主引擎上，副引擎、锅炉油耗较主引擎来说较少。

航速与油耗存在正相关关系。

根据对船舶不同航速的评价要求，一般将运营船舶的经济航速分为最低油耗率航速、最低燃油费用航速和最高盈利航速等三种形式。三种形式的营运船舶经济航速分别适用于不同的航运市场和航线要求，航运成本组成成分的侧重点不同。经济航速主要是指最低燃油费用航速，与船舶耗油量、航速和载重相关，常用“千克(克)/海里吨”为单位表示。最低燃油费用航速主要是通过控制主机燃油最低单位消耗量来实现的。船舶燃油消耗总量($Q_{总}$)主要由主机消耗量($Q_{主}$)、副机消耗量($Q_{副}$)、锅炉和焚烧炉消耗量($Q_{炉}$)组成。一般地，在定速航行时，副机(发电机原动机)主要提供保证船舶正常航行所需要的电能，每天的电力需求基本上是一个定值。因此副机每天的燃油消耗也是一个定值，并且每天消耗量不到船舶总消耗量的十分之一，占比较低。正常航行时主要使用废气锅炉，一般不使用辅锅炉；船舶油污焚烧需要消耗一些燃油，由于有些港口提供免费油污排岸服务，船舶可不焚烧油污，也就不因此消耗燃油。所以船舶燃油消耗主要是主机的燃油消耗。船舶航速与主机的转速成正比，主机的燃油消耗与负荷成正比，主机负荷与转速的三次方成正比。燃油消耗总量的计算公式为：

$$Q_{总} = Q_{主} + Q_{副} + Q_{炉} \quad (1)$$

在定速航行时， $Q_{炉}=0$ ， $Q_{副}=b$ ，且

$$Q_{主} = kr^3 \quad (2)$$

其中： b 为常数，是定值； k 为系数； r 为主机转速。船速 $v = (1 - \rho) 60rP/1852$ ，即：

$$r = 29408.25v/P(1 - \rho) \quad (3)$$

其中： ρ 为滑失率； P 为螺旋桨螺距。将式(1)根据上述内容进行整理可得：

$$Q_{总} = kr^3 + b \quad (4)$$

将式(3)代入式(4)可得到船舶燃油消耗总量与航速的关系：

$$Q_{总} = 29408.25kv^3/P^3(1 - \rho)^3 + b \quad (5)$$

设 $L = 29408.25k/P^3(1 - \rho)^3$ ，则式(5)简化为

$$Q_{总} = Lv^3 + b \quad (6)$$

对式(6)两边求导可得单位航速的燃油消耗计算公式为

$$Q_{单} = 3Lv^2 \quad (7)$$

即燃油单位航速消耗量与船速的平方成正比。

$$\text{另有：} F(t) \propto v^2 \cdot s \quad (8)$$

其中： $F(t)$ 为航行油耗量； s 为航程。式(7)与式(8)相一致。

从式(7)可以看出,燃油的单位航速消耗量是船舶航速的二次函数。根据函数的性质, Q 单会有一个与航速对应的最低值,这个值就是经济航速。系数 k 不是主机设计时的理论数值,它是燃油发热值、主机工况和时间的函数,随着主机运行时间、维护保养程度、主机工作环境和燃油种类的影响而变化。参数 L 也不是常数,除随主机耗油系数 k 值变化外,还和滑失率 ρ 有关。滑失率 ρ 是变量,受船壳表面与水的摩擦系数、船舶方形系数、船舶载重吨、船舶吃水、风速风向以及潮流等多种因素的影响。任何一个因素的变化都会引起系数 L 的变化,而外部因素除了相互影响外,还随时间而变化,比如主机的工况、船壳表面的摩擦系数等随着时间的推移而变化。但在某一种特定条件下, L 是一个定值。精确计算出 L 在某一个特定条件下的值,需要非常复杂的数学计算。因此,通过理论计算得出船舶每航次的经济航速比较困难。

确定燃油最低费用经济航速的一般方法有成本法和估算法。成本法是根据船舶航运市场先预估船舶每天的可能收益,用收益减去非燃油的船舶固定成本得出燃油成本。根据燃油市场价格算出相应燃油耗量,再参考主机厂家给出的耗油率,计算出主机转速和对应的船速。这种方法虽然比较简单,但是没有考虑到船舶外部环境因素的变化对航速的影响,计算出的经济航速不精准。估算法是根据船舶设计时给出的数据和主机燃油消耗率估算出主机转速及对应的航速,这种方法是将船舶设想成一种理想状态,没有考虑外界条件的变化对船舶的影响。这两种方法都未考虑实际情况。

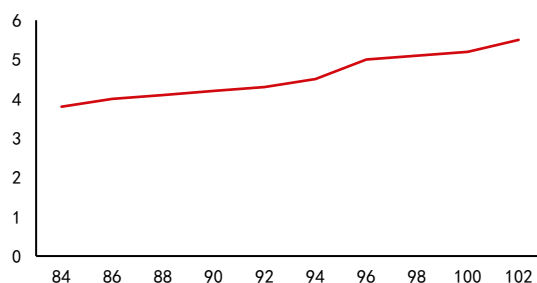
经济航速所涉及的变量都可以直接或间接测取。主机的负荷可用主机的油门刻度来代替,定时测量燃油柜里燃油减少量可算出燃油的单位时间消耗量。转速可直接读取,船舶航速可从船舶计程仪或 GPS 中读取,也可通过转速和螺距计算出理论航速。为了更为直观地反映多组数据的测量结果,可使用 EXCEL 的图表功能做出曲线图。主机负荷与转速的三次方成正比,曲线的拐点对应的航速就是经济航速。单位时间耗油率与航速的平方成正比,其数学图形是一条抛物线,最低点对应的航速就是经济航速。这种方法被称为曲线法。

曲线法的优点是测量结果比较符合实际情况;由于缺少专用测量设备或仪器,需重点考虑测量精度,尽量降低人为读数误差。船舶在航行时,需要读取的数值都是变化的。为了确保测量的准确性,减少误差,应在海况较好时测量。滑失率比较固定,主机转速等参数比较稳定,测取的数据就更准确。对于燃油消耗量,如果使用流量表进行测定,要先确定流量表的准确性,另外主机油头一部分回油量不能回到日用柜;使用油柜测量法,测量期间不能进行燃油的驳运和分离工作。油柜一般较大,短时间变化量较小,测量时间间隔越长越好,至少应为单位时间的 2 到 3 倍,具体可根据船舶自身的实际情况来确定。再用除法得出单位时间的消耗量,尽量不用乘法,以减少误差。

实测船舶是一艘 1993 年出厂的多用途船舶,设计载重量 22 000 吨。该航次(105 航次)计划装载 18507 吨杂货,于 2014 年 7 月 20 日从韩国马山港(MASAN)

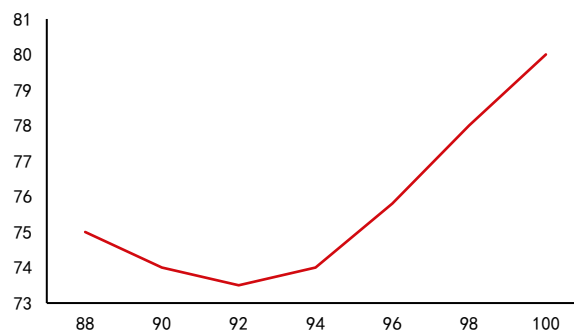
过太平洋，经巴拿马运河到科隆港和美国港口卸货。主机最大持续转速是 109 转/分，公司告知船舶主机以 88 转/分的经济航速运转，但没有告知理论依据。在船舶离港引航员离船后开始测量工作，此时船舶一般航行于港口外海，水域比较开阔，水深比较大，兴波阻力等因素对船舶的影响比较小，基本上和船舶在大洋中航行的环境一致。船舶会由港速慢慢加速至海速，利用加速过程进行数据的测取不影响船舶的正常营运。船舶在加速和航行过程中实际航速总是变化的，为了有效降低航速测取的误差，直接使用理论航速代替实际航速。因为在外界条件不变的情况下，滑失率是一个定值，理论航速与实际航速成正比，也就是“实际航速=理论航速×(1-滑失率)”。随着船舶慢慢加速，主机转速达到 85 转/分左右时主机辅助鼓风机自动停止，此时开始正式测量程序。油门刻度值变化大些便于读取，为节省时间并减少人为读数误差，按每次两转或三转加速，从 86 转/分逐步加到 103 转/分。转速稳定后，记录下主机转速对应的油门指示刻度，用 EXCEL 的图表功能绘出负荷指示曲线，从中可以直观看出主机在转速 90 到 92 区间负荷变化比较平缓，船舶此航次的最低燃油费用转速应在 92 转/分左右。具体值需进一步测量才能确定，先暂时将主机加速到 90 转/分。为了提高精确度，停止了燃油的转驳操作，将不使用的油柜速闭阀关闭，只使用一个沉淀柜和日用柜；每个转速都稳定运行 4 小时左右，测量时间精确到分钟。测量数据如表所示：

图 12： 主机转速与主机负荷指示曲线 单位：r/min



资料来源：世界海运 中信期货研究所

图 13： 主机转速与每海里油耗 单位：r/min, kg/n mile



资料来源：DNV 中信期货研究所

图 14： 实际测量数据

测试日期	主机转速 (r/min)	理论航速/ (kn/h)	实际油耗 (t/h)	船舶航向/ (°)	风/风向	海浪	船舶载重/t	蒸汽压力/Bar	燃油黏度	大气温度/°C	实际油耗率/(kg/n mile)
2014/7/23	88	13.14	0.983	075	4/SE	3	18507	2.5	15	20	74.84
2014/7/23	92	13.74	1.008	075	4/SE	3	18507	2.8	14	25	73.39
2014/7/23	95	14.19	1.0667	075	4/SE	3	18507	3	13	19	75.17
2014/7/24	100	14.93	1.1958	036	4/SE	3	18507	3.3	12.5	20	80.2
2014/7/30	90	13.44	0.992	028	4/E	3	18507	2.8	14	18	73.81
2014/7/30	98	14.63	1.15	028	4/E	3	18507	3.2	13	18	70.62
2014/7/30	103	15.38	1.258	028	4/E	3	18507	3.5	12	18	81.8

资料来源：世界海运 中信期货研究所

图 15： 2012-2018 国际航运船舶温室气体排放 单位：百万吨，千吨

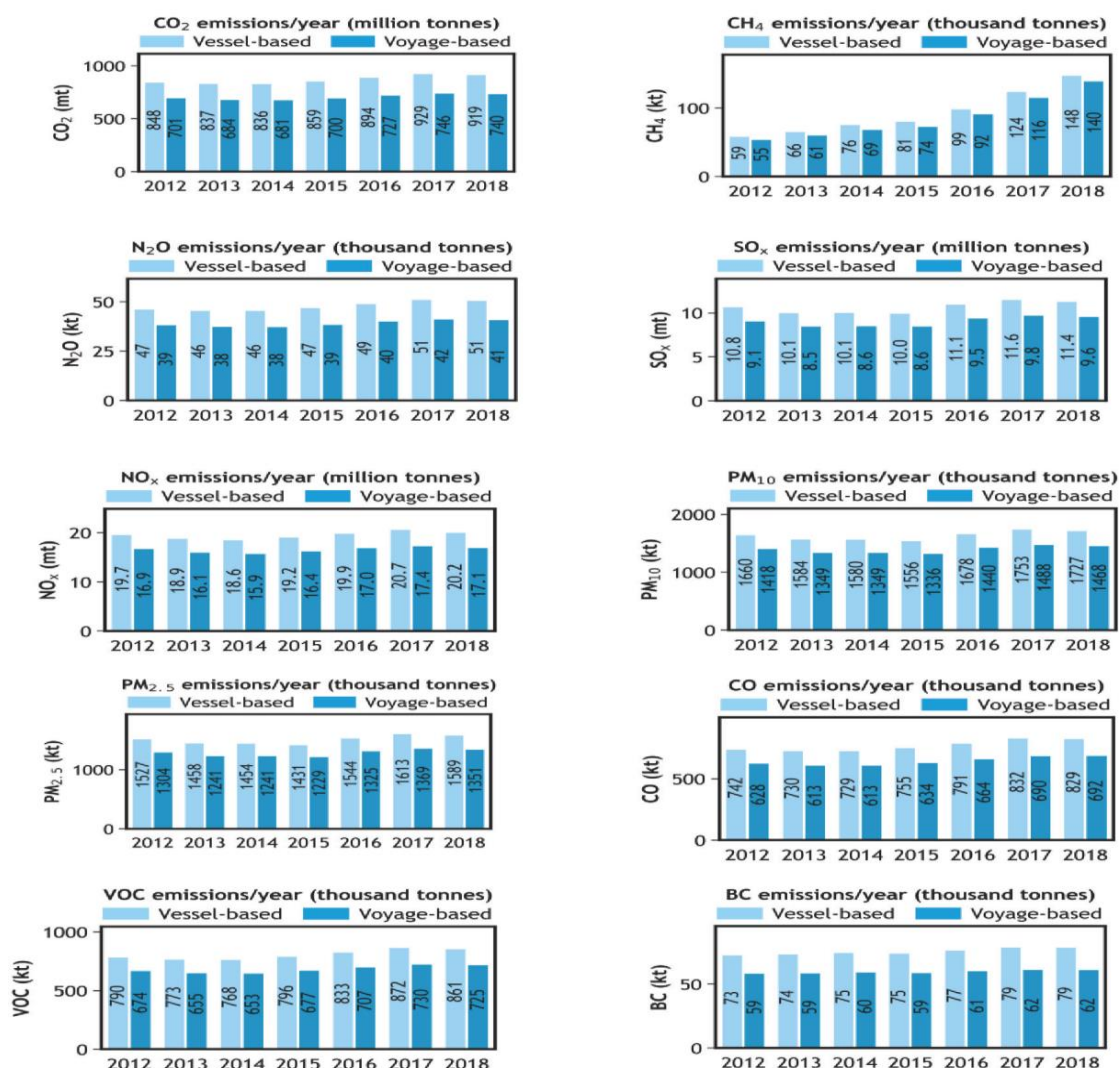


Figure 9 – Emissions species trends, all species 2012-2018, showing both the estimates for voyage-based and vessel-based international shipping emissions

资料来源：IMO 中信期货研究所

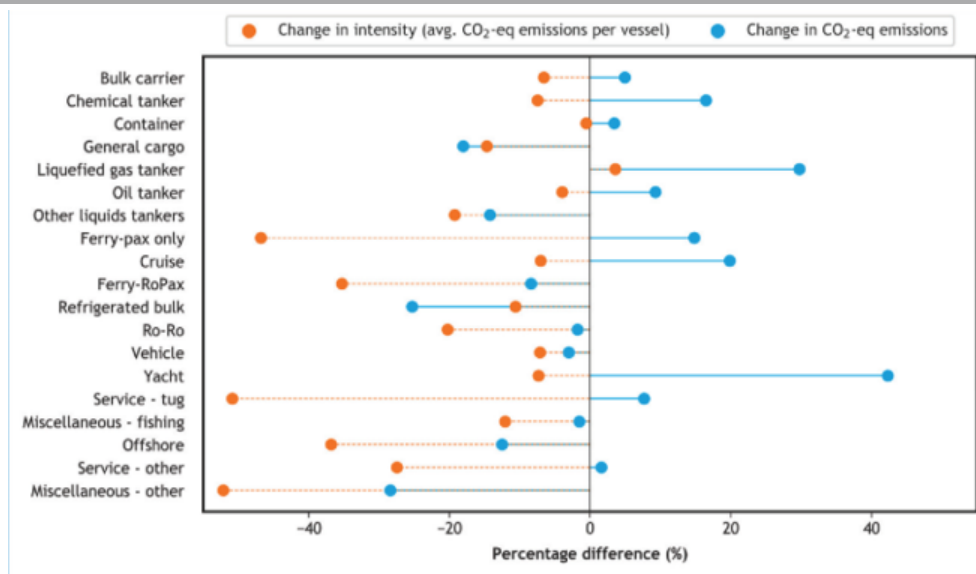
航运温室气体减排主要针对的是二氧化碳排放，近年来随着航运贸易增速放缓、船舶能效提升，二氧化碳排放强度下降等原因，航运二氧化碳排放增速放缓，总量维持稳定。随着 LNG 需求大幅提升以及 LNG 船舶数量增多，甲烷排放水平增速远超其他温室气体，该趋势或意味着市场将天然气作为碳减排的过渡燃料的选择。

图 16： 船舶燃料的温室气体排放 单位：千克/吨

Pollutants	Fuel Type	The Fourth IMO GHG Study						
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
CO ₂	HFO	3,114	3,114	3,114	3,114	3,114	3,114	3,114
	MDO	3,206	3,206	3,206	3,206	3,206	3,206	3,206
	LNG	2,750	2,750	2,749	2,749	2,750	2,753	2,755
CH ₄	HFO	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	MDO	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	LNG	5.31	6.00	7.35	8.48	10.20	11.22	11.96
N ₂ O	HFO	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18
	MDO	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
	LNG	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10
NO _x	HFO	78.61	77.18	76.19	76.98	76.71	76.67	75.90
	MDO	53.12	52.51	52.14	57.68	57.45	57.62	56.71
	LNG	5.60	5.90	5.82	5.99	7.46	10.95	13.44
CO	HFO	2.84	2.83	2.84	2.86	2.86	2.87	2.88
	MDO	2.48	2.47	2.47	2.58	2.58	2.60	2.59
	LNG	1.88	2.07	2.38	2.64	3.10	3.57	3.97
NMVOC	HFO	3.14	3.13	3.13	3.17	3.18	3.19	3.20
	MDO	2.16	2.15	2.15	2.39	2.39	2.42	2.40
	LNG	0.81	0.88	0.99	1.09	1.26	1.44	1.59
SO _x	HFO	46.63	44.80	45.31	47.90	50.44	50.83	50.83
	MDO	2.74	2.54	2.35	1.56	1.56	1.56	1.37
	LNG	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
PM	HFO	7.11	6.96	7.01	7.26	7.48	7.53	7.55
	MDO	0.97	0.96	0.94	0.92	0.92	0.92	0.90
	LNG	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
PM _{2.5}	HFO	6.54	6.41	6.45	6.68	6.88	6.93	6.94
	MDO	0.90	0.88	0.87	0.84	0.84	0.85	0.83
	LNG	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
BC	HFO	0.26	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.26
	MDO	0.43	0.43	0.43	0.37	0.37	0.37	0.38
	LNG	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019

资料来源：IMO 中信期货研究所

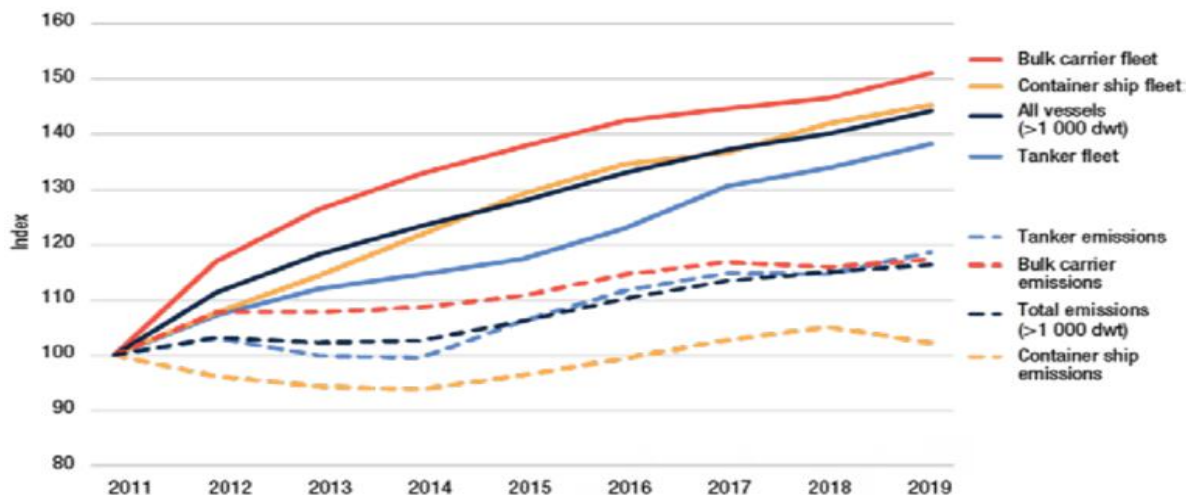
图 17： 2012 和 2018 年船舶温室气体总排放量和单船排放量



资料来源：IMO 中信期货研究所

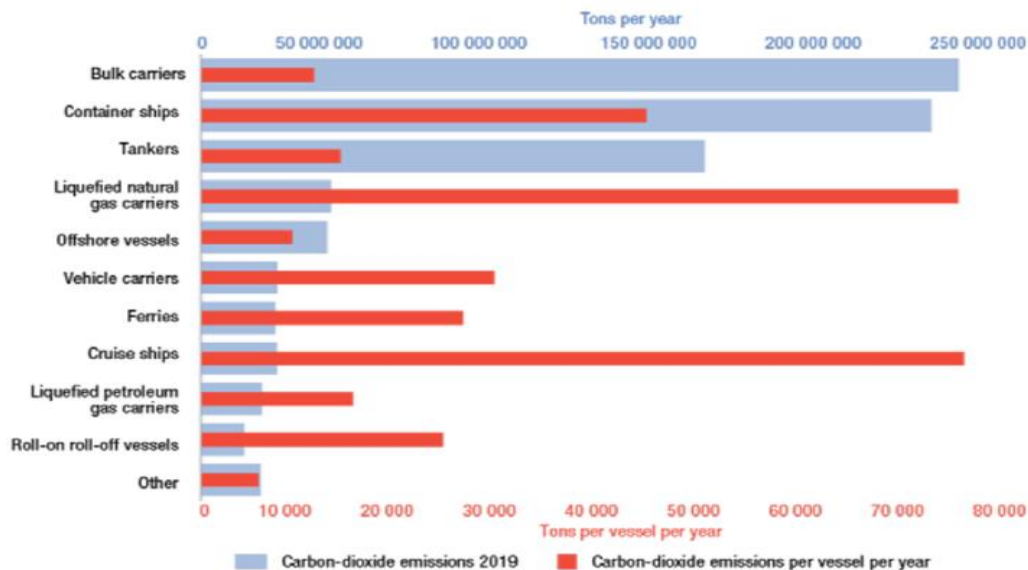
全球航运二氧化碳排放量来看，与 2012 年相比，2018 年二氧化碳排放量大幅增长，但大部分船舶的碳排放强度出现下降，或降低了二氧化碳排放增速。

图 18： 干散货、集装箱和油轮运力变化与 CO₂排放变化



资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

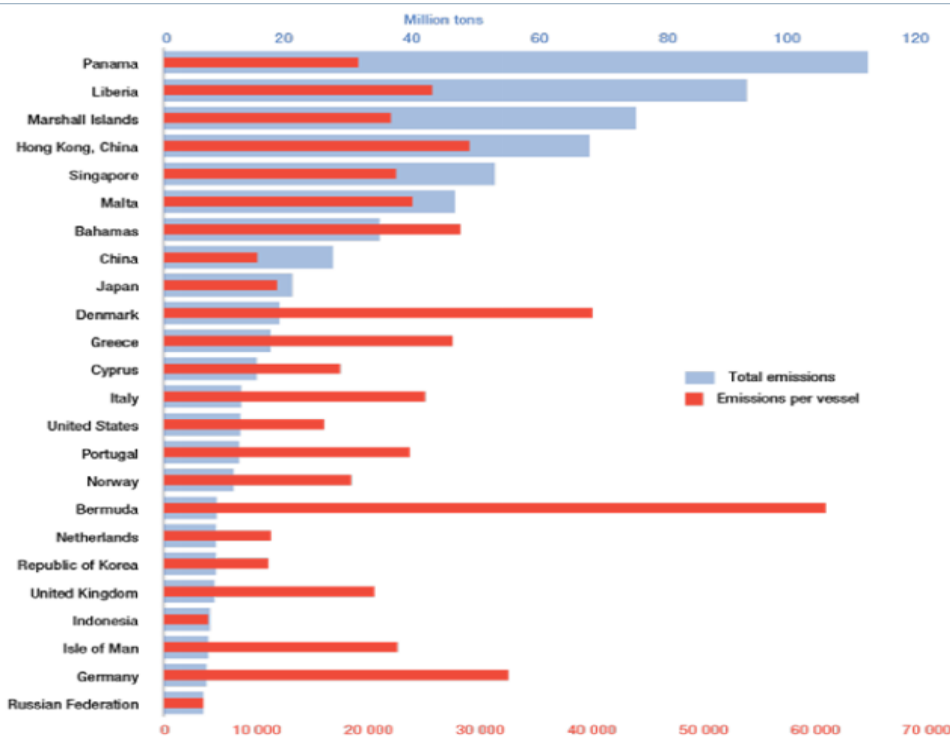
图 19： 2019 年不同船型二氧化碳总排放与单船排放



资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

2019 年干散货船二氧化碳排放比集装箱船略高，但其船舶数量远大于集装箱船，因此单船排放前者远低于后者。油轮与干散货比较类似，碳排放总量高位因为船只数量多，单船碳排放低于集装箱船。

图 20： 2019 年船只二氧化碳排放（分船旗国）

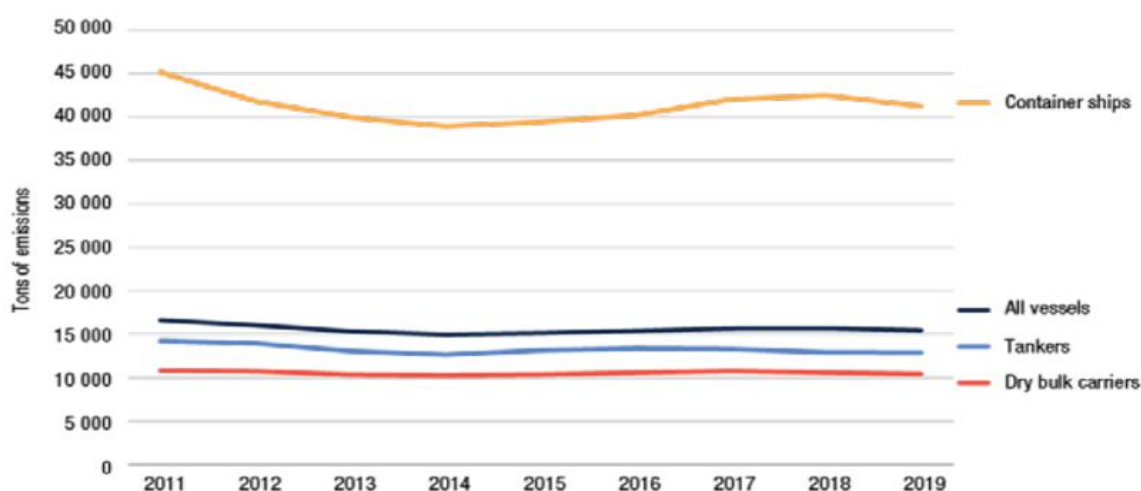


资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

2019 年在马绍尔群岛、利比里亚、巴拿马注册的船只的碳排放占了航运总排放的 1/3。2019 年数据前十船队注册国家的 1000 吨以上载重吨船只碳排放贡献了总排放的 67.15%。2020 年 1 月 1 日，该十国船只占比 48.52%，载重吨占比 65.73%。2014-2019 年全球海运 CO₂排放提升了 8%。

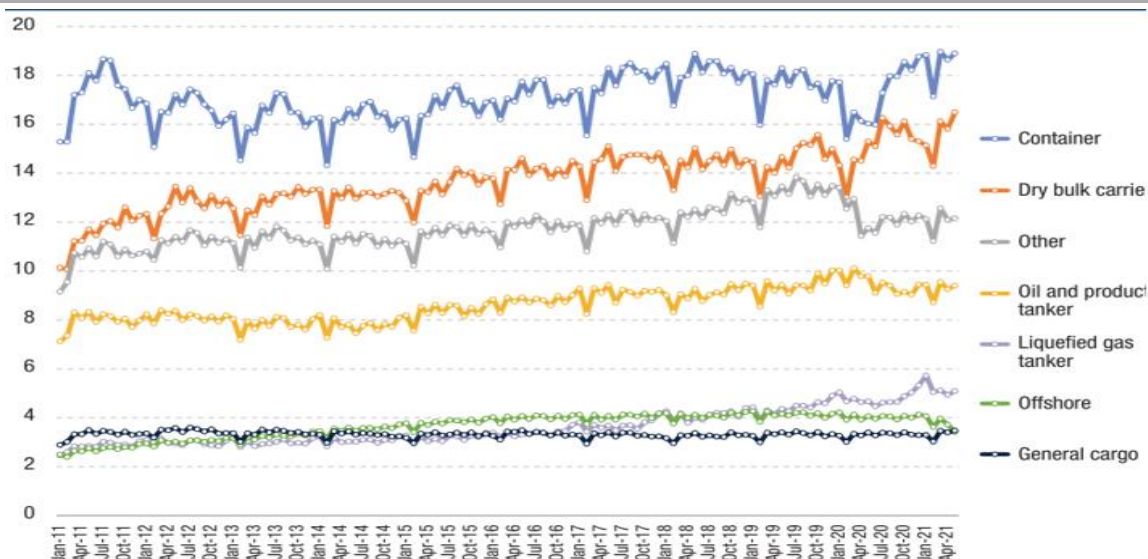
载重吨方面，利比里亚比马绍尔占比更大，但是其碳排放却低，主要原因是利比里亚干散货船只更多，其每吨碳排放低于其他船型。德国，全球船只数量排在 29 位，但是碳排放排名第六，源于该国集装箱船占比较大，船速快于其他船型，吨碳排放更多。

图 21： 不同船型单船年度 CO₂排放量 单位：吨



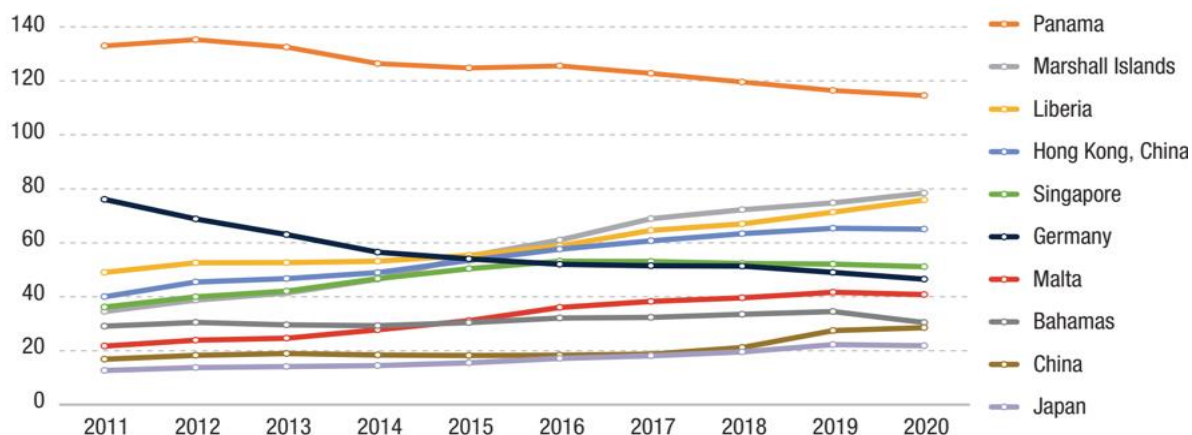
资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

图 22： 不同船型 CO₂月度排放量 单位：百万吨



资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

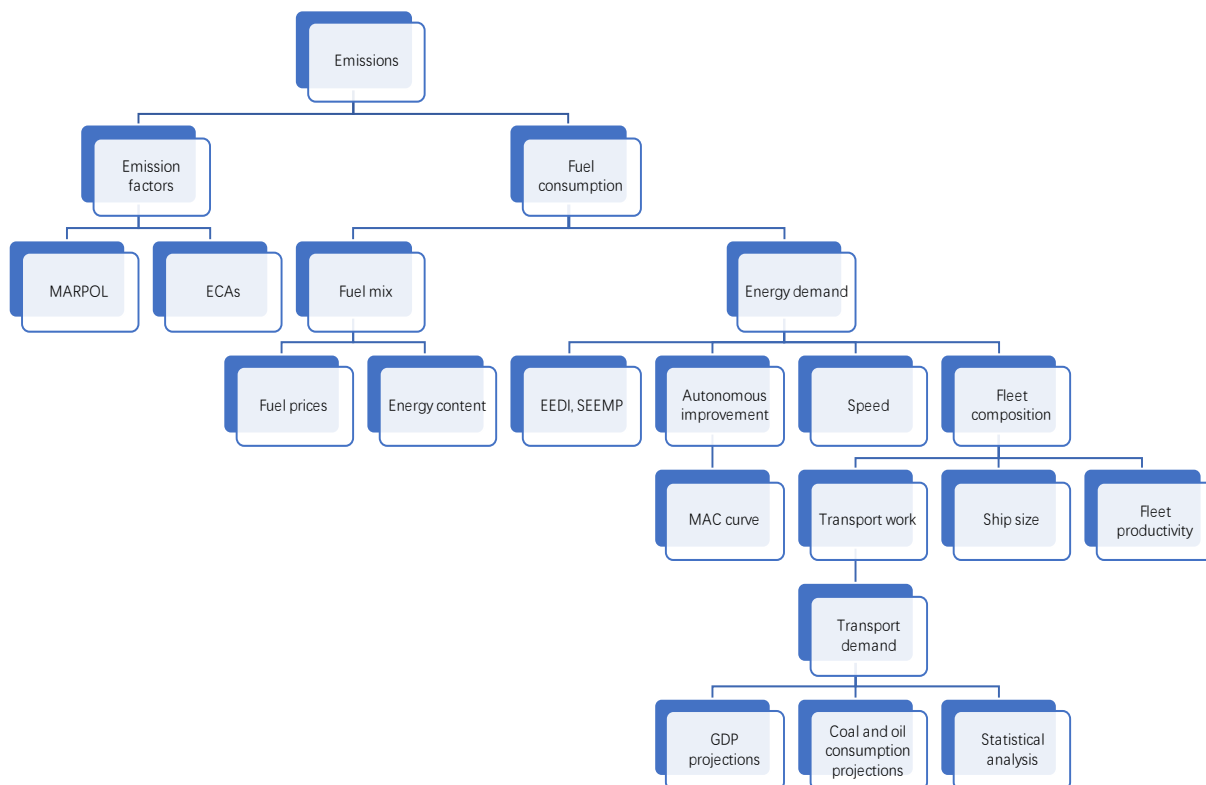
图 23： 不同船旗国 CO₂排放量 单位：百万吨



资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

近年来随着全球贸易量增长，船舶运力稳定增长，二氧化碳排放水平不断提升，但增速随着碳排放强度转弱而降低，船舶二氧化碳排放总量增速低于贸易量增速，未来随着船舶能效提升、LNG 船舶、替代燃料以及新航运减碳政策的执行，航运二氧化碳排放量有望高位震荡后回落。

图 24： 航运碳排放因子



资料来源：IMO 中信期货研究所

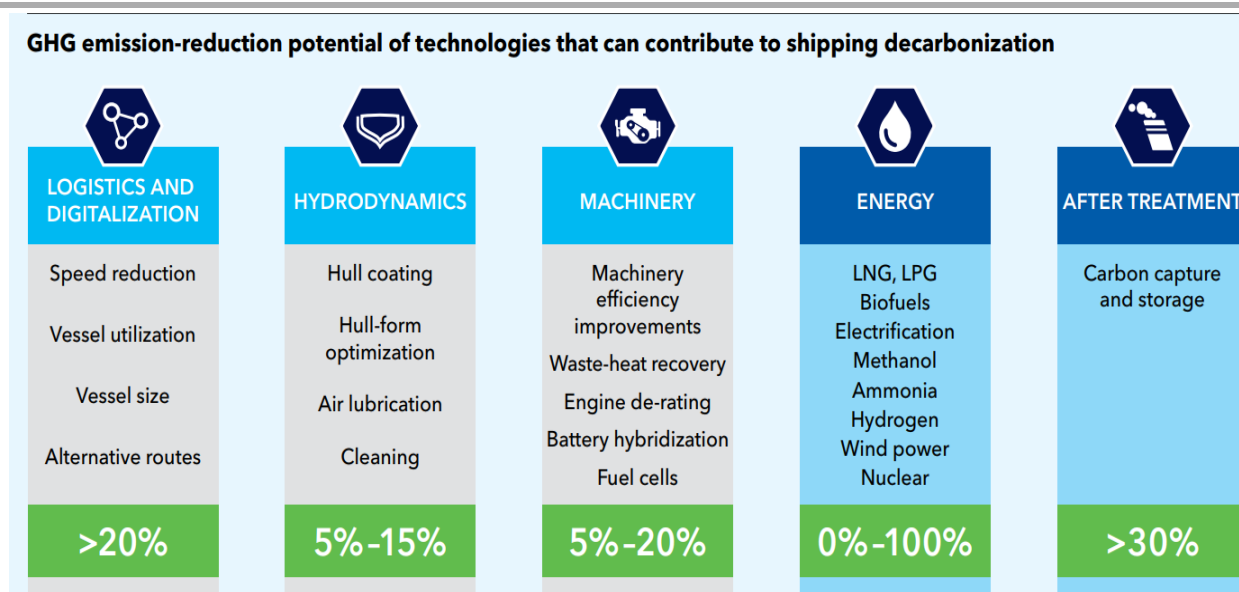
船舶影响 CO₂排放量的因素很多：船型、速度、大小、船体设计、压舱物、技术以及使用的燃料类型等，我们认为三大影响因素：运力变动、油耗以及替代燃料对航运业二氧化碳排放趋势影响较大。

图 25： 航运减排方式



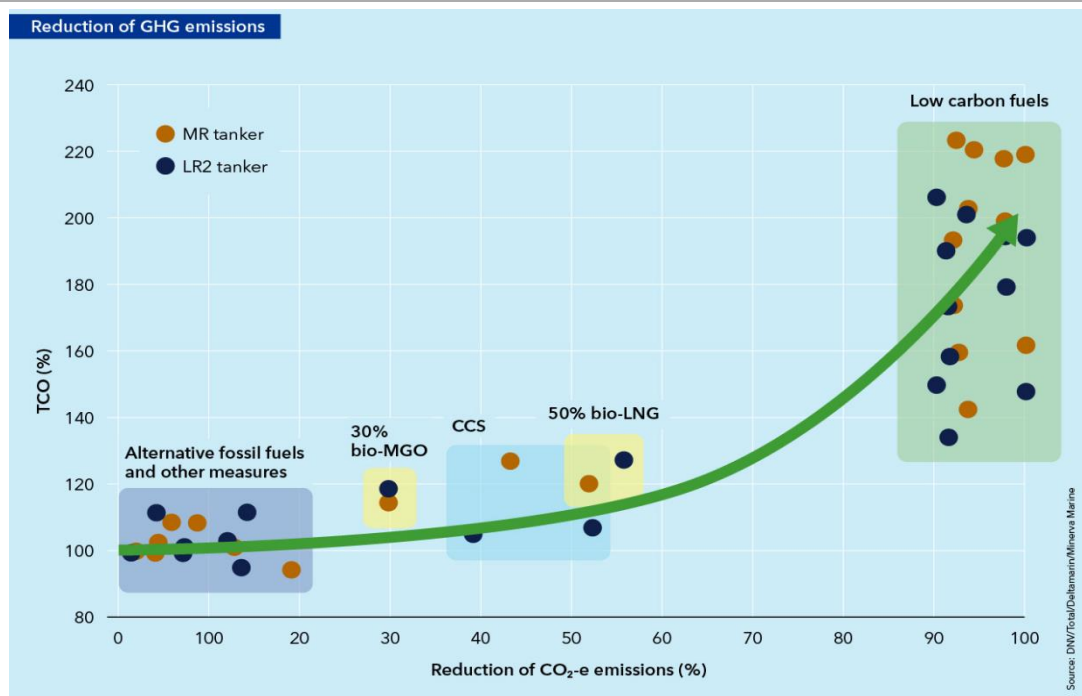
资料来源：公开资料 中信期货研究所

图 26： 航运减排方式



资料来源：DNV 中信期货研究所

图 27： 温室气体减排方式与对应成本

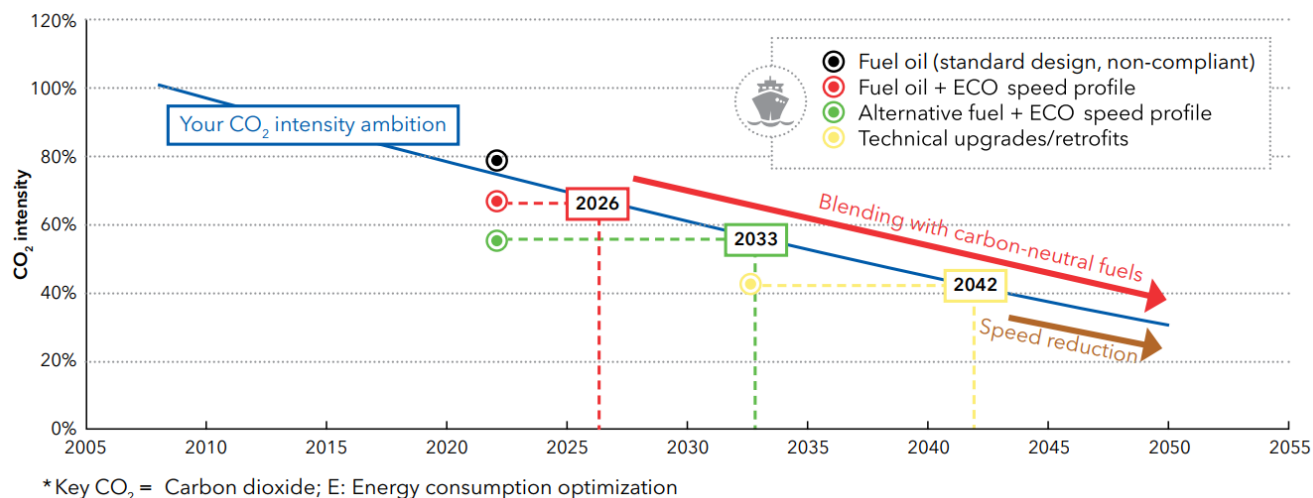


资料来源：DNV 中信期货研究所

低碳燃料的减排效果明显优于其他减碳方式，但对技术的要求较高，需要船舶技术、燃料生产技术有较大的突破。

图 28： 航运减排方式

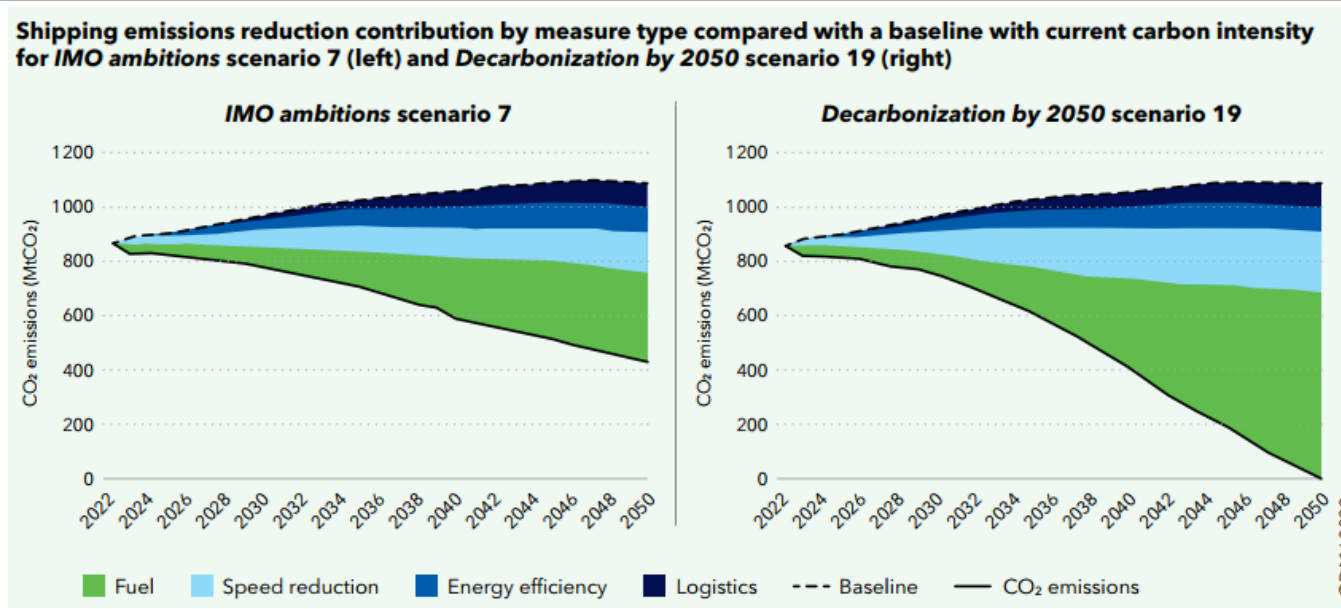
Gradual increase in CO₂ reduction requirements



资料来源：DNV 中信期货研究所

航运减碳潜力来看，使用替代低碳或零碳燃料（LNG、甲醇、生物燃料、氨、氢、电力等）减碳效果最佳，其次是碳捕捉，但以上方式都受到当前技术的限制，现阶段可以普及的方式例如降速、提高能效等。

图 29： 航运减排方式



资料来源：DNV 中信期货研究所

国际海事组织（IMO）于 2018 年 4 月通过了航运业温室气体减排初步战略以 2008 年碳排放为基准，提出到 2030 年将航运业碳排放强度降低 40%，2050 年碳排放强度降低 70%（碳排放总量降低 50%）的明确目标。船舶能效设计指数（EEXI）将于 2023 年 1 月 1 日正式实施，**2008 年航运业排放 CO₂ 9.21 亿吨**，2018 年预计排放 8.7 亿吨，假设吨英里排放不变，基于 39% 的航运需求增速，**2050 年的碳排放应该是 12.1 亿吨。根据减排目标，2050 年航运碳排放应在 4.1 亿吨**，DNV 预计未来减排目标 20% 的贡献来自供应链物流提升带来的减排，18% 来自技术、操作方面的能源效率提升，14% 来自速度下降减排，22% 来自碳中和燃料减排。航运业的能源和技术转型已经开始，现阶段 12% 的新船订单将选择可替代燃料，而 2019 年只有 6%。除了摆渡船的电气化之外，替代燃料主要集中在 LNG 和生物燃料，未来 4-8 年氢气、氨燃料船只商用，现阶段甲醇燃料船技术已经成熟并出现首次商用。燃料电池技术仍远不及内燃机技术成熟。一系列的新技术正在涌现，包括燃料油电池、碳捕捉以及风动力。

随着现有船舶能效设计指数（EEXI）将于 2023 年正式实施，为了减少二氧化碳排放，全球大部分船舶将降速航行，有效运力将减少 3-5%。航运数据咨询公司 Xeneta 首席分析师 Peter Sand 表示：“航运业减少碳排放的实际形式尚未最终确定，但从本质上讲，无论其最终形式如何，在其他条件相同的情况下，降低速度意味着降低排放。”船舶降速可能将提高运费，尽管对不同航运板块的影响各不相同。目前，集装箱运费接近历史高点，而油轮则在 2021 年表现疲软，2022 年依

然具有很强的不明确。国际海事组织规定，在 2023 年至 2026 年期间，与作为基准年的 2019 年相比，碳强度需每年减少 2%，与国际海事组织广泛讨论的到 2050 年温室气体比 2008 年减少 50%，以及到 2030 年碳强度减少 40% 的目标相比，这需要一套更紧迫的规则来应对。一位航运消息人士表示，根据经验，将速度降低 1 节大约会使有效运力全面下降 3-5%，尽管并非所有船舶都会减速，某些船舶已经满足了效率要求。“我们认为这些规定将直接导致 2023 年及以后全球船队航行速度降低，” 华尔街投行 Jefferies 分析师在一份研究报告中说：“我们估计，**平均航速每减慢 1 节，就会减少 3-4% 的有效运力**，不同航运板块的具体变化取决于平均速度和海上时间。” 就 VLCC 而言，2015 年后建造的船舶大多是现代化的生态船型，市场人士预计这些船舶将保持 12-13 节的通常速度，而老船可能会为了满足 EEXI，被迫降速。在集装箱船板块，EEXI 实施后，有效运力将大幅减少。去年 5 月，船舶租赁公司 Global Ship Lease 执行董事长 George Youroukos 指出，只有约 15% 的船舶满足新规要求，85% 的集装箱船需降低航速以满足 EEXI 要求，有效运力将减少 6% 到 10%。Peter Sand 表示：“如果集装箱船有效运力减少，市场将再现过去一年情形，延误和中断使有效运力远远低于数据。然而，由于过去十年集装箱船都处于慢速航行，集装箱船运力不断增加，碳排放法规能否影响集装箱船的航行速度还需观察。

根据 C-LNG Solutions 的一项研究，对于 20 万载重吨的集装箱船，参照 EEDI 基准，其减量必须为 50%，对于 12 万至 20 万载重吨，其减量为 45%，对于 8 万至 12 万载重吨，其减量为 40%，对于 4 万至 8 万载重吨，其减量必须为 35%。“在我们看来，EEXI 是直接的驱动力，因为它是一个可衡量的指标，” C-LNG Solutions 的研究人员范洪军表示。MAN 能源系统公司表示，主引擎的双燃料改造项目可以降低 20-25% 的 EEXI。MAN 的项目和 PVU 销售主管 Klaus Rasmussen 表示：在 covid-19 之前的石油和天然气价格下，LNG 改造的回报期限是 5 年改造为 LNG 燃料最容易达到 EEXI 标准。于 2021 年 6 月将在 MEPC 76 通过的《防污公约规范》附则六（Marpol Annex VI）修正案草案，要求现有液化天然气运输船在现有基础上提高 30% 的效率，该要求将从 2023 年生效。集装箱船是此次的主要改造目标，可以通过转换为 LNG 燃料来满足。

运力

图 30： 船舶分类

Vessel group	Vessel class
Cargo-carrying transport ships	1 – Bulk carrier
	3 – Chemical tanker
	4 – Container
	5 – General cargo
	6 – Liquefied gas tanker
	7 – Oil tanker
	8 – Other liquids tanker
	9 – Ferry – passengers (pax) only
	10 – Cruise
	11 – Ferry – roll-on/passengers (ro-pax)
	12 – Refrigerated cargo
	13 – Roll-on/roll-off (Ro-Ro)
	14 – Vehicle
Non-merchant ships	15 – Yacht
	17 – Miscellaneous – fishing
Work vessels	16 – Service – tug
	18 – Offshore
	19 – Service – other
Non-seagoing merchant ships	20 – Miscellaneous – other

资料来源：IMO 中信期货研究所

运力变动影响燃料消耗影响二氧化碳排放，而运力的变动与全球经济增速高度相关，随着全球经济增速放缓，海运需求逐步触顶回落概率提升，意味着燃油消耗（二氧化碳排放）或达到高位，但航运碳达峰距离降碳目标仍需要采取进一步的降碳措施。2018-2030 年间，天然气需求呈现较高增速，集装箱和产品油需求增速也维持在高位；2030-2050 年间，原油需求、干散货需求呈现负增长，天然气需求仍然维持较高增速，意味着未来天然气的需求将是驱动全球航运贸易的主要增量。

图 31： 全球各船型海运需求（吨英里）增速

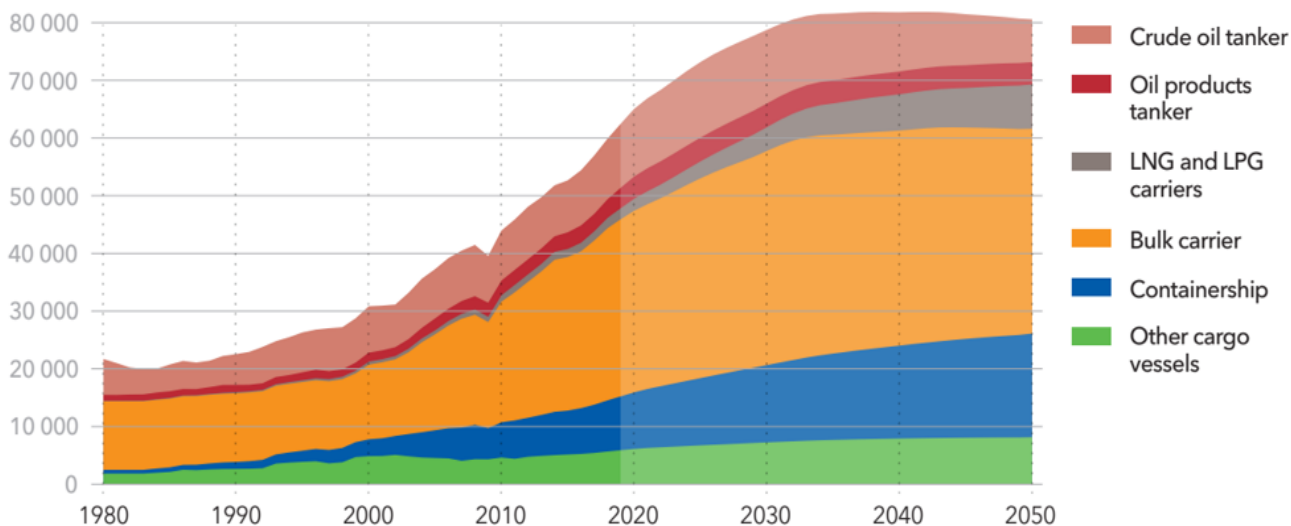
贸易类型	2010-2018	2018-2030	2030-2050
原油	2.3%	1.5%	-2.1%
产品油	2.4%	2.9%	0.0%
天然气	6.1%	7.2%	3.2%
干散货	4.3%	1.7%	-0.1%
集装箱	2.4%	3.6%	1.5%
其他	2.4%	2.2%	0.6%
平均	3.7%	2.3%	0.3%

资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

图 32： 全球各大宗商品海运需求 单位：吉吨海里/年

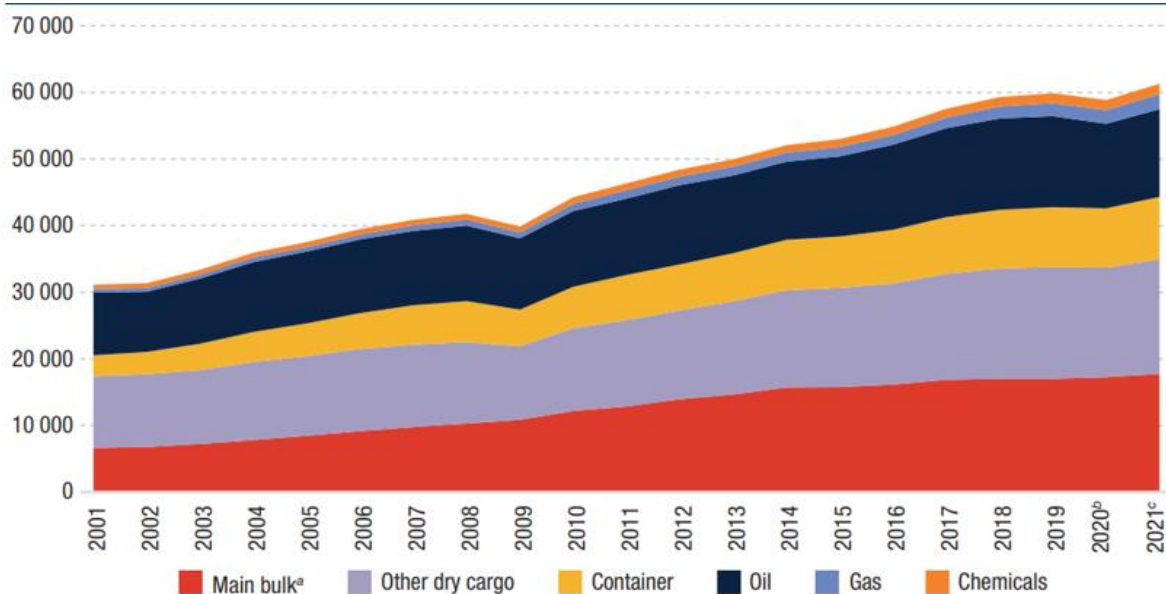
World seaborne trade in tonne-miles by vessel type

Units: Gigatonnes-nautical miles per year



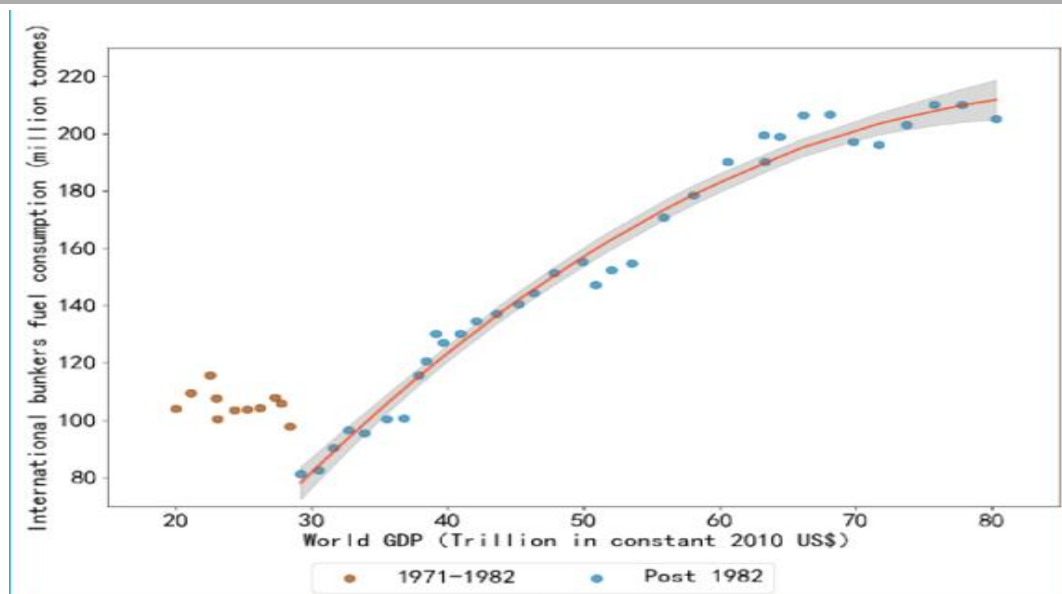
资料来源：DNV 中信期货研究所

图 33： 航运贸易量 单位：十亿吨英里



资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

图 34： 1971-2017 经济增速与燃料油消耗关系



资料来源：IMO 中信期货研究所

2050 年 DNV 预测全球海运需求，以吨英里为例，将较 2018 年增长 39%，大部分的需求增长出现在 2030 年前，年均增长率 2.3%，之后全球海运需求将增速维稳，天然气和集装箱贸易将超过平均增速，随着全球煤炭、原油需求触顶，其贸易也将触顶，较 2018 年分别下降 2/3 和 1/3。

DNV 预计 2018-2025 年全球航运的能量使用将从 10.6EJ 提升至 11.6EJ ($10^{18}J$)，2050 年下降至 9-9.5EJ，尽管考虑上 39% 的航运贸易增量，2050 年总能量使用约为 2.1 亿吨油当量，其中 23% 集装箱、16% 散货以及 13% 油轮。液化甲烷将在 2050 年占船用燃料比重 40%-80%，甲烷的来源可能是化石燃料、生物燃料和其他可再生，碳中和燃料贡献将达到 30%-40%。从 2040 年开始，LBG (Liquefied Bio Gas) 和复合甲烷 (synthetic methane、electrofuel) 需求开始启动，因此 2050 年混合燃料 70% 是化石 LNG，13% 是碳中和甲烷、17% 是其他碳中和燃料。

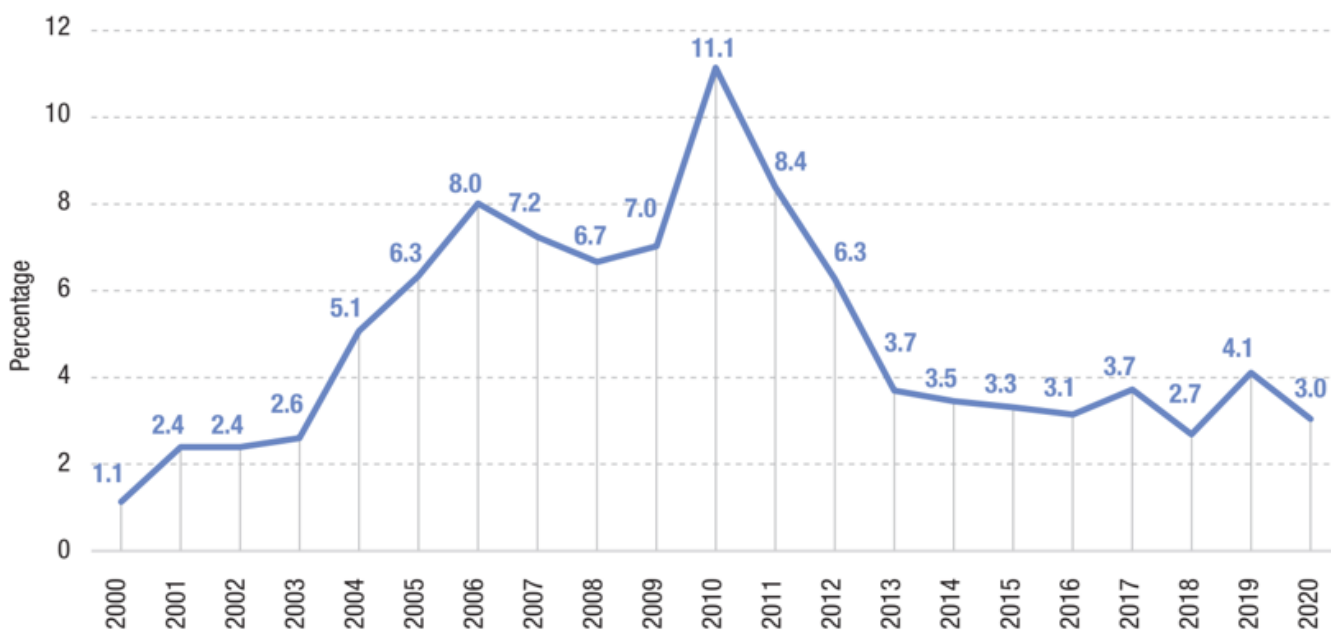
高硫燃油和脱硫塔的需求依赖于高硫和低硫燃油、MGO、LNG 之间的价差。DNV 预计低价驱动下，脱硫塔高硫燃油需求将在 2050 年仍燃油 10% 的份额，主要是在深海领域。继 2020 IMO 限硫令之后，2050 GHG 减排政策将改变整个航运行业，加速 CO_2 、NOX 以及颗粒物的减排工作。LNG、LPG、甲醇、生物燃料以及氢气成为航运业最有潜力的替代燃料。

图 35： 全球海运贸易量 单位：百万吨

年份	油轮	干散货	其他货	总
1970	1 440	448	717	2 605
1980	1 871	608	1 225	3 704
1990	1 755	988	1 265	4 008
2000	2 163	1 186	2 635	5 984
2005	2 422	1 579	3 108	7 109
2006	2 698	1 676	3 328	7 702
2007	2 747	1 811	3 478	8 036
2008	2 742	1 911	3 578	8 231
2009	2 641	1 998	3 218	7 857
2010	2 752	2 232	3 423	8 408
2011	2 785	2 364	3 626	8 775
2012	2 840	2 564	3 791	9 195
2013	2 828	2 734	3 951	9 513
2014	2 825	2 964	4 054	9 842
2015	2 932	2 930	4 161	10 023
2016	3 058	3 009	4 228	10 295
2017	3 146	3 151	4 419	10 716
2018	3 201	3 215	4 603	11 019
2019	3 163	3 218	4 690	11 071
2020	2 918	3 181	4 549	10 648

资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

图 36： 全球船舶运力（载重吨）增速



资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

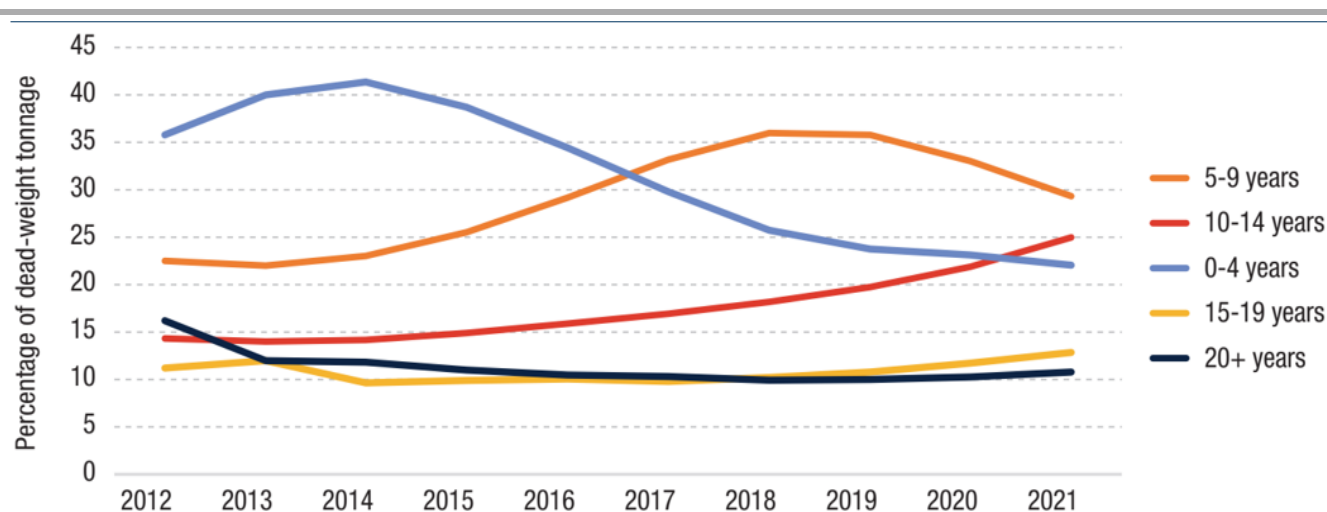
图 37： 全球船舶数量和载重吨 单位：艘，吨

IMO Type	Type	Count	% Count	DWT	% DWT
1	Bulk Carrier	11,672	9.8	8.1E+08	41.5
7	Oil Tanker	8,177	6.8	4.9E+08	25.1
4	Container	5,182	4.3	2.6E+08	13.4
3	Chemical Tanker	5,506	4.6	1.1E+08	5.6
5	General Cargo	14,994	12.5	8.1E+07	4.2
18	Offshore	7,555	6.3	7.4E+07	3.8
6	Liquefied Gas Tanker	1,953	1.6	6.5E+07	3.3
14	Vehicle	828	0.7	1.3E+07	0.7
19	Service – Other	6,180	5.2	1.2E+07	0.6
13	Ro-Ro	2,002	1.7	6.4E+06	0.3
16	Service – Tug	20,251	16.9	5.8E+06	0.3
17	Miscellaneous Fishing	23,911	20.0	4.8E+06	0.2
12	Refrigerated Bulk	895	0.7	4.4E+06	0.2
11	Ferry – Ro-Pax	3,148	2.6	4.1E+06	0.2
20	Miscellaneous – Other	645	0.5	4.0E+06	0.2
10	Cruise	612	0.5	2.2E+06	0.1
8	Other Liquids Tankers	179	0.1	4.3E+05	0.0
9	Ferry – Pax Only	3,459	2.9	3.1E+05	0.0
15	Yacht	2,477	2.1	2.8E+05	0.0

资料来源：IMO 中信期货研究所

2020 年，全球商业船队增长 3%，100 吨以上的达到 99800 艘。2021 年 1 月，船队产能达到 21.3 亿载重吨，2020 年船舶交付下降 12%，部分原因是因为封闭措施导致的劳动力短缺抑制了航运业活动，交付的船只集中在干散货、油轮和集装箱船。船东为应对船舶供应紧张采取了高价购买更多二手船。2020 年回收率提升。2020 年新订单下降 16%，近年来持续下降，2021 年船舶公司新订单增多，尤其是集装箱订单创 20 年以来新高，LNG 船只订单也增多。2020 年，全球商用船队 100 吨以上数量增长 3%至 99800 艘，21.34 亿吨载重吨，增速自 2011 创记录 11%以来持续下降。

图 38： 全球船队年龄趋势（载重吨占比）



资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

图 39： 全球船队船龄

Table 2.2 Age distribution of world merchant fleet by vessel type, 2021 and average age 2020–2021 (percentage and average vessel size)								
Vessel type, country grouping by flag of registration and indicator		Years					Average age	
		0–4	5–9	10–14	15–19	More than 20	2021	2020
World								
Bulk carriers	Percentage of total ships	18	37	24	10	10	10.6	10.2
	Percentage of dead-weight tonnage	22	40	23	9	6	9.5	9.3
	Average vessel size (dead-weight tonnage)	90 447	78 409	68 583	68 087	46 623	NA	NA
Container ships	Percentage of total ships	14	19.21	32	17	17	13.2	12.7
	Percentage of dead-weight tonnage	20	29	29	14	7	10.4	9.9
	Average vessel size (dead-weight tonnage)	74 632	78 802	46 897	42 345	21 975	NA	NA
General cargo	Percentage of total ships	5	10	16	9	59	27.1	26.3
	Percentage of dead-weight tonnage	8	20	23	10	40	19.9	19.3
	Average vessel size (dead-weight tonnage)	5 992	7 493	5 494	4 372	2 660	NA	NA
Oil tankers	Percentage of total ships	14	17	21	13	35	19.5	19
	Percentage of dead-weight tonnage	25	21	28	19	8.	10.9	10.4
	Average vessel size (dead-weight tonnage)	96 122	65 148	72 208	80 802	12 346	NA	NA
Other types of ships	Percentage of total ships	10	17	17	9	47	23.6	23.0
	Percentage of dead-weight tonnage	20	16	23	11	30	16.1	15.8
	Average vessel size (dead-weight tonnage)	9 236	4 562	6 524	5 953	3 014	NA	NA
All ships	Percentage of total ships	11	18	19	10	42	21.6	21.1
	Percentage of dead-weight tonnage	22	29	25	13	11	11.2	10.80
	Average vessel size (dead-weight tonnage)	43 364	34 175	28 112	27 809	5 505	NA	NA
Developing economies (all ships)								
	Percentage of total ships	10	20	19	10	41	20.8	20.2
	Percentage of dead-weight tonnage	21	29	22	13	15	11.9	11.6
	Average vessel size (dead-weight tonnage)	33 788	24 295	18 871	21 144	6 190	NA	NA
Developed economies (all ships)								
	Percentage of total ships	12	17	20	10	40	21.3	20.8
	Percentage of dead-weight tonnage	23	30	28	13	7	10.5	10.2
	Average vessel size (dead-weight tonnage)	54 908	50 000	39 696	35 466	5 132	NA	NA
Small Islands Developing States (all ships)								
	Percentage of total ships	6	8	10	8	68	30.9	30.3
	Percentage of dead-weight tonnage	3	30	18	20	30	17.5	17.8
	Average vessel size (dead-weight tonnage)	2 009	16 865	8 077	11 326	2 036	NA	NA
Least developed countries (all ships)								
	Percentage of total ships	12	13	8	6	61	28.6	28.6
	Percentage of dead-weight tonnage	9	19	25	18	29	17.0	16.5
	Average vessel size (dead-weight tonnage)	7 551	15 032	33 414	31 782	4 956	NA	NA

资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

全球船队船龄较高，老旧船只效率低排放高，2021 年起，30%的船队船龄在 5–9 年，新船数量下降，10–14 年船龄船只稳定增长。

图 40： 全球前 25 船东国籍（按价值）

Table 2.3 Top 25 ship-owning economies, as of 1 January 2021 (millions of United States dollars)											
	Country or Territory of Ownership	Bulk Carriers	Container Ships	Offshore vessels	Oil Tankers	Ferries and Passenger Ships	Gas Carriers	General Cargo Ships	Chemical Tankers	Other/ not available	Total
1	Japan	39 564	15 101	4 746	9 529	3 236	15 436	3 130	5 203	7 888	103 833
2	Greece	39 853	11 670	197	32 602	2 512	14 572	182	977	402	102 968
3	China	34 735	20 632	9 967	12 838	4 979	4 115	5 120	3 344	3 207	98 936
4	United States	3 734	1 938	15 494	5 117	51 259	1 454	1 320	1 098	791	82 206
5	Singapore	14 564	9 274	4 304	12 569	32	4 377	870	4 778	534	51 301
6	Norway	4 384	2 514	21 748	5 570	3 208	7 620	900	2 433	2 719	51 096
7	Germany	6 207	24 166	687	1 767	9 460	1 627	2 789	704	347	47 754
8	United Kingdom	4 001	7 123	10 064	3 829	5 661	5 816	791	1 354	2 239	40 878
9	China, Hong Kong SAR	11 117	12 982	73	6 288	2 387	1 114	918	269	886	36 032
10	Republic of Korea	9 123	5 363	240	5 558	433	4 791	680	1 480	2 673	30 340
11	Bermuda	5 863	2 301	5 198	5 919		8 107		297	51	27 736
12	Denmark	1 526	12 847	1 701	3 416	1 032	2 049	751	1 032	108	24 462
13	Switzerland	822	9 012	3 056	596	9 521	213	183	169	12	23 584
14	Netherlands	704	412	13 273	441	526	686	2 969	1 892	2 046	22 949
15	Taiwan Province of China	8 145	7 372	48	1 483	74	363	563	148	107	18 304
16	Italy	1 116	6	2 441	1 866	9 475	256	1 801	418	621	18 000
17	Brazil	179	465	14 312	810	64	116	30	77	2	16 054
18	Monaco	3 390	2 004		6 381	29	3 300		26	24	15 153
19	France	374	5 325	5 183	112	1 860	476	155	132	144	13 761
20	Russian Federation	256	110	1 346	3 320	76	1 740	1 449	637	1 828	10 762
21	Turkey	3 406	1 011	677	1 269	353	131	1 793	1 156	51	9 847
22	Indonesia	1 110	1 103	1 137	2 131	2 020	565	1 174	369	51	9 659
23	Malaysia	142	110	6 748	219	19	1 811	189	150	159	9 548
24	Belgium	1 747	491	134	3 305		860	761	210	2 018	9 526
25	United Arab Emirates	1 959	469	2 858	2 361	57	544	90	621	179	9 138
	Others	14 436	4 971	23 462	18 470	12 008	13 971	7 863	4 050	2 297	101 529
	World total	212 455	158 771	149 093	147 764	120 282	96 110	36 470	33 026	31 384	985 356

资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

2021 年，全球前三船舶归属国是希腊、中国和日本（载重吨和船队价值）。船舶价值取决于大小、类型、建造商、船龄、技术、燃油能效等。2021 年船舶价格最高的是散货船占比 27%，其次是集装箱船 25%，油轮占比 22%。船舶订单价值最高的是集装箱船占比 30%，其次是油轮 20%以及 LNG 船 16%。

图 41： 全球船队船东国籍（按载重吨）

	Country or territory of ownership	Number of vessels			Deadweight tonnage				
		National flag	Foreign flag	Total	National flag	Foreign flag	Total	Foreign flag as a percentage of total	Total as a percentage of world
1	Greece	642	4 063	4 705	58 067 003	315 350 152	373 417 155	84.45%	17.64%
2	China	4 887	2 431	7 318	105 657 323	138 898 420	244 555 743	56.80%	11.56%
3	Japan	914	3 115	4 029	35 107 223	206 741 103	241 848 326	85.48%	11.43%
4	Singapore	1 459	1 384	2 843	73 258 302	65 805 758	139 064 059	47.32%	6.57%
5	China, Hong Kong SAR	886	878	1 764	72 367 151	31 851 549	104 218 700	30.56%	4.92%
6	Germany	198	2 197	2 395	7 437 473	78 759 307	86 196 779	91.37%	4.07%
7	Republic of Korea	787	854	1 641	15 096 916	70 995 920	86 092 836	82.46%	4.07%
8	Norway	387	1 655	2 042	1 899 017	62 144 480	64 043 497	97.03%	3.03%
9	Bermuda	13	540	553	300 925	63 733 226	64 034 151	99.53%	3.03%
10	United Kingdom (excl. Channel Islands)	309	1 014	1 323	7 160 493	46 524 174	53 684 667	86.66%	2.54%
11	United States of America (incl. Puerto Rico but excluding Virgin Islands)	790	1 020	1 810	10 395 172	44 576 019	54 971 191	81.09%	2.60%
12	Taiwan Province of China	147	867	1 014	6 998 235	46 284 542	53 282 777	86.87%	2.52%
13	Monaco	0	478	478	0	43 426 478	43 426 478	100.00%	2.05%
14	Denmark	26	902	928	47 415	42 185 673	42 233 088	99.89%	2.00%
15	Belgium	108	249	357	8 974 783	21 969 171	30 943 954	71.00%	1.46%
16	Turkey	429	1 112	1 541	5 994 812	21 970 706	27 965 518	78.56%	1.32%
17	Indonesia	2 232	89	2 321	24 139 035	2 704 715	26 843 751	10.08%	1.27%
18	Switzerland	18	396	414	928 432	25 794 797	26 723 229	96.53%	1.26%
19	India	875	195	1 070	16 396 087	10 013 434	26 409 521	37.92%	1.25%
20	United Arab Emirates	119	941	1 060	525 959	24 431 420	24 957 380	97.89%	1.18%
21	Russian Federation	1 464	322	1 786	9 184 626	14 682 694	23 867 320	61.52%	1.13%
22	Iran (Islamic Republic of)	246	8	254	18 898 257	352 889	19 251 146	1.83%	0.91%
23	Netherlands	692	515	1 207	5 577 088	13 185 003	18 762 090	70.27%	0.89%
24	Saudi Arabia	151	111	262	13 397 363	3 422 203	16 819 566	20.35%	0.79%
25	Italy	481	170	651	10 296 714	5 900 509	16 197 223	36.43%	0.77%
26	Brazil	292	91	383	4 735 593	9 120 015	13 855 608	65.82%	0.65%
27	France, metropolitan	98	327	425	1 592 919	12 004 098	13 597 017	88.28%	0.64%
28	Viet Nam	929	166	1 095	9 491 311	3 043 458	12 534 769	24.28%	0.59%
29	Cyprus	134	177	311	5 166 089	7 174 723	12 340 812	58.14%	0.58%
30	Canada	210	164	374	2 569 373	7 212 024	9 781 397	73.73%	0.46%
31	Oman	5	58	63	5 704	8 926 419	8 932 123	99.94%	0.42%
32	Malaysia	456	163	619	6 587 734	2 158 859	8 746 592	24.68%	0.41%
33	Qatar	57	69	126	1 123 717	6 145 431	7 269 149	84.54%	0.34%
34	Nigeria	198	73	271	3 517 645	3 429 887	6 947 532	49.37%	0.33%
35	Sweden	90	208	298	1 004 333	5 448 524	6 452 857	84.44%	0.30%
Subtotal, top 35 shipowners		20 729	27 002	47 731	543 900 223	1 466 373 485	2 010 273 707	72.94%	94.99%
<i>Rest of the world unknown</i>		<i>3 096</i>	<i>3 146</i>	<i>6 242</i>	<i>37 011 088</i>	<i>69 116 093</i>	<i>106 127 181</i>	<i>65.13%</i>	<i>5.01%</i>
World		23 825	30 148	53 973	580 911 310	1 535 489 578	2 116 400 888	72.55%	100.00%

资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

图 42： 全球船队船旗注册地

	Flag of registration	Number of vessels	Share of world vessel total (percentage)	Dead-weight tonnage (thousands dead-weight tons)	Share of total world dead-weight tonnage (percentage)	Cumulative share of dead-weight tonnage (percentage)	Average vessel size (dead-weight tonnage)	Growth in dead-weight tonnage 2020 to 2021
1	Panama	7 980	8	344 200	16.1	16.1	43 133	4.6
2	Liberia	3 942	4	300 088	14.1	30.2	76 126	8.9
3	Marshall Islands	3 817	4	274 041	12.8	43.0	71 795	4.7
4	Hong Kong, China	2 718	3	205 092	9.6	52.6	75 457	1.8
5	Singapore	3 321	3	136 400	6.4	59.0	41 072	-2.6
6	Malta	2 137	2	116 407	5.5	64.5	54 472	0.5
7	China	6 653	7	107 583	5.0	69.5	16 171	5.0
8	Bahamas	1 323	1	74 289	3.5	73.0	56 152	-4.3
9	Greece	1 236	1	64 850	3.0	76.0	52 468	-6.0
10	Japan	5 201	5	39 091	1.8	77.9	7 516	-3.6
11	Cyprus	1 051	1	33 976	1.6	79.5	32 328	-1.6
12	Indonesia	10 427	10	28 750	1.3	80.8	2 757	6.0
13	Danish International Register	602	1	24 735	1.2	82.0	41 089	6.9
14	Madeira	578	1	22 726	1.1	83.0	39 318	9.7
15	Norwegian Int'l Register	671	1	22 093	1.0	84.1	32 926	5.7
16	Isle of Man	319	0	22 011	1.0	85.1	68 999	-8.7
17	Iran (Islamic Republic of)	893	1	20 417	1.0	86.0	22 863	3.1
18	India	1 801	2	17 054	0.8	86.8	9 469	-2.1
19	Republic of Korea	1 904	2	15 723	0.7	87.6	8 258	4.9
20	Saudi Arabia	392	0	13 662	0.6	88.2	34 853	-1.7
21	United States	3 625	4	12 456	0.6	88.8	3 436	-0.4
22	United Kingdom	927	1	12 063	0.6	89.4	13 013	-0.2
23	Italy	1 296	1	11 255	0.5	89.9	8 685	-6.1
24	Russian Federation	2 873	3	10 899	0.5	90.4	3 794	10.4
25	Viet Nam	1 926	2	10 269	0.5	90.9	5 332	12.1
26	Malaysia	1 769	2	10 231	0.5	91.4	5 783	-1.6
27	Belgium	201	0	9 603	0.4	91.8	47 774	-4.5
28	Bermuda	147	0	8 053	0.4	92.2	54 781	3.0
29	Germany	598	1	7 618	0.4	92.6	12 740	-10.7
30	Taiwan Province of China	429	0	7 136	0.3	92.9	16 635	5.3
31	Netherlands	1 199	1	6 807	0.3	93.2	5 677	-3.4
32	Cayman Islands	160	0	6 725	0.3	93.5	42 032	0.1
33	Turkey	1 217	1	6 425	0.3	93.8	5 279	-9.2
34	Antigua and Barbuda	677	1	6 402	0.3	94.1	9 456	-3.5
35	Philippines	1 805	2	6 240	0.3	94.4	3 457	-5.3
Top 35		75 815	76	2 015 370	94.4	94.4	26 583	2.7
World total		99 800	100	2 134 640	100.0	100.0	21 389	3.0

资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

2021 年前三船舶注册地是巴拿马、利比里亚和马绍尔群岛（载重和船舶价值）。船旗国反映的是船舶注册地。船舶挂象征国籍的一面国旗才能在公海上航行，无国籍的船舶在公海上航行会被视为海盗船，各国飞机和军舰均可拦截。因为巴拿马手中握有巴拿马运河，国际商船要想经过巴拿马运河既节省时间，又节省成本，而巴拿马政府为了赚取外汇，同意登记在他们国家的船舶仅仅收取一部分税。很多商船为了节约成本就把商船登记在巴拿马，因此他们也就需要悬挂巴拿马的国旗了。巴拿马是一个对船只注册相对开放的一个国家，不仅准予外国船舶所有人拥有或经营的船舶在本国登记并悬挂本国国旗，还对国外航运所得给予免税或抵税政策，并可随意登记和取消船籍、更换船旗，此外船舶登记费或船舶吨位税较低，政府不能随便征用在本国登记的外国船舶，可以配备外国船员，没有控制外

国航运管理的立法或任何政策措施，多数船旗国也很少实施管理，但登记船舶可享受船旗国提供的便利条件等等优点都使得巴拿马成为了船只注册的热门选项。对于船东来讲，船舶登记时的费用大大低于在本国登记的费用，相关的税费较低，管理宽松使得成本进一步降低从而提高船舶竞争力。当然悬挂外国国旗也有很大的弊端，因为悬挂了外国国旗因此祖国的法律无法制约他们，很多船员因此饱受压迫，这些船舶即便是在海上出事，因为悬挂的不是祖国国旗，祖国的政府和军队也爱莫能助。除巴拿马之外，提供方便旗的国家还有直布罗陀、利比里亚、斯里兰卡等。

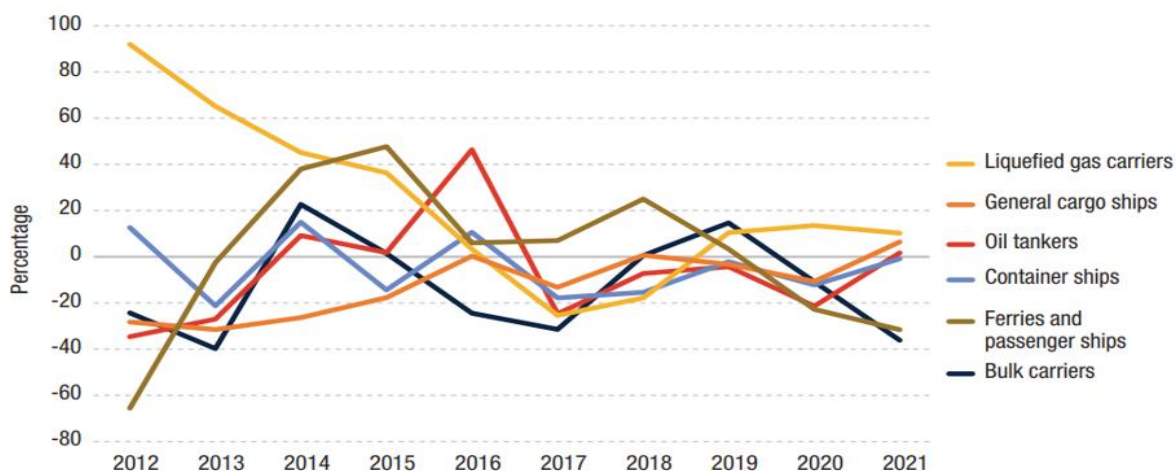
图 43： 船舶新订单交付 单位：千吨

Vessel type	China	Republic of Korea	Japan	Philippines	Rest of the world	Total	Percentage
Bulk carriers	15 051	1 442	9 383	551	311	26 738	46
Oil tankers	2 702	7 071	1 901	1	478	12 152	21
Container ships	2 665	5 357	394	56	200	8 671	15
Gas carriers	869	4 046	353		7	5 275	9
Ferries and passenger ships	251	64	76		1 208	1 600	3
Chemical tankers	488	88	465		55	1 095	2
General cargo	390	1	142		360	893	2
Offshore	340	101	7		118	566	1
Other	501	4	107		162	775	1
Total	23 257	18 174	12 827	608	2 898	57 765	100
Percentage	40	31	22	1	5	100	

资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

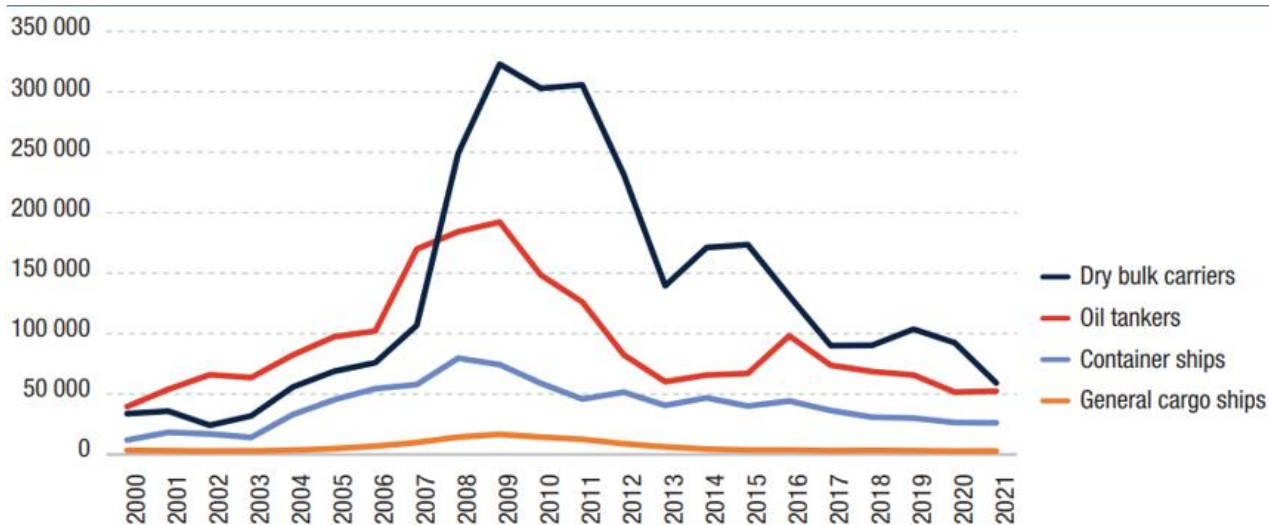
中国、韩国和日本已经成为全球船只新订单的主要生产国，中国的订单优势在于干散货船，韩国气船订单优势明显。

图 44： 全球船舶订单增速（载重吨）



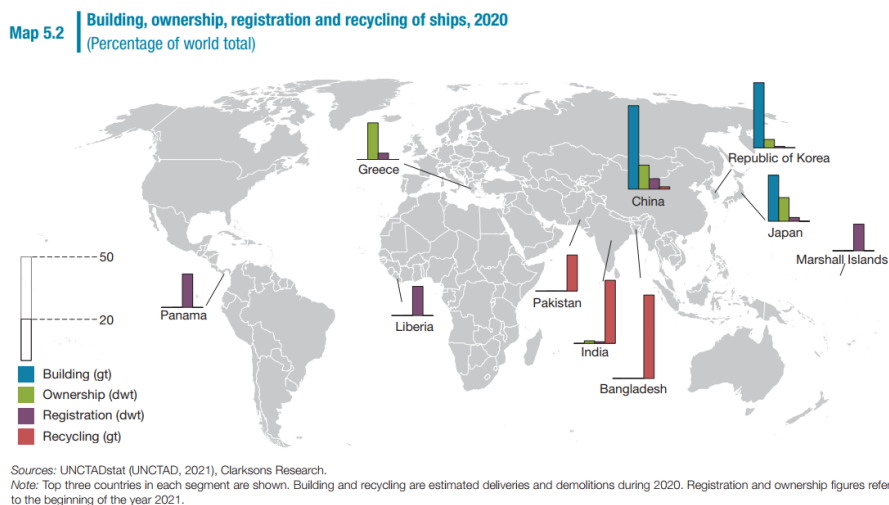
资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

图 45： 全球船舶订单（分船型） 单位：千吨



资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

图 46： 2020 年船舶新建、注册和回收国家



资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

2020 年船舶订单交付下降 12%，2018-2019 船舶订单交付集中在散货船、油轮和集装箱船，中国占比 40%。2020-2021 年，全球船舶订单下降 16%，其中干散货降幅超过 36%，摆渡船、乘用船下降 32%，而液化气船增长 10%。中长期来看，2011 年以来船舶订单持续萎缩，2021 年达到 1.65 亿吨，近十年最低水平。2021 年以来，新订单开始增加，主要受疫情以来复苏以及严重的运力受限驱动。

图 47： 2020 全球船舶回收 单位：千吨

Vessel type	Bangladesh	India	Pakistan	Turkey	China	Rest of the world	World total	Percentage
Bulk carriers	5 254	1 317	1 718	34	125	61	8 509	48.9
Container ships	160	1 428	282	206		68	2 143	12.3
Oil tankers	616	410	617	159	10	226	2 038	11.7
Offshore supply	125	257	4	308	3	273	969	5.6
Ferries and passenger ships	26	279		545	3	26	879	5.1
General cargo ships	176	219	175	203	47	29	848	4.9
Liquefied gas carriers	169	241		8		176	594	3.4
Chemical tankers	12	125	94	1		10	241	1.4
Other/ n.a.	157	786		135	9	93	1 180	6.8
Total	6 694	5 061	2 890	1 598	195	962	17 401	100.0
Percentage	38.5	29.1	16.6	9.2	1.1	5.5	100.0	

资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

2020 新冠疫情期间，船舶回收增长 44%，达到 1740 万载重吨，因为废旧金属较高的价格，船东相信经营老旧船只仍然有利可图。2020 年船舶回收一半集中在散货船，反映出干散货运费低迷以及船龄偏大。2020 年 2/3 的拆船发生在孟加拉和印度，除此之外还有巴基斯坦和土耳其，前四国家占比 93%。

船舶的回收考虑到几个因素：船龄、运费以及贸易模式，船东考虑到新的环保法规，例如 IMO 硫含量限制，IMO 压载水管理条例以及 IMO 脱碳的法规，当老旧船舶改装资本开支超过投资回报时，船东倾向于回收。船东当前要决定在当前不确定的环境下何种类型船只来帮助扩张、更新船队，尤其要考虑跟脱碳、零排放环境法规的变化，因此航运业需要提高船舶能效：轻质材料、轻船体设计、推进改进、球鼻艏、空气润滑系统、先进的船舱涂层、压载水系统设计、引擎主动力和辅助动力系统改进、高能效标准。

图 48： 集装箱船体型趋势 单位：TEU

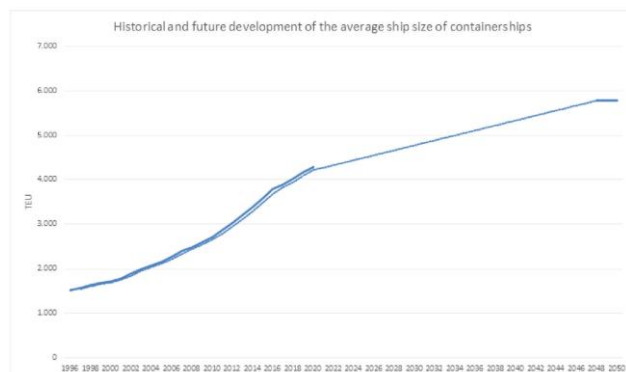


Figure 41 – Historical and future development of the average ship size of container ships

资料来源：IMO 中信期货研究所

图 49： 集装箱船数量趋势

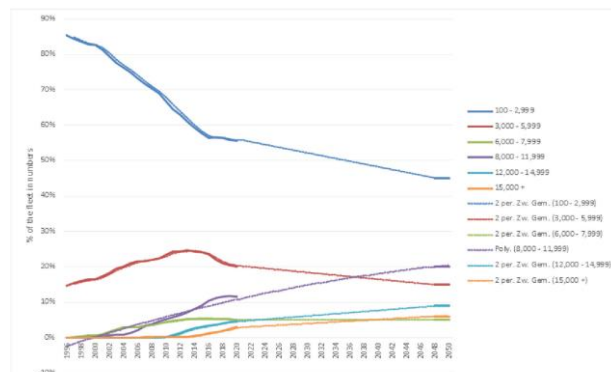


Figure 40 – Expected 2050 distribution of container ships in terms of numbers over size categories

资料来源：IMO 中信期货研究所

随着集装箱船体型逐步提升船舶数量明显下降。

图 50： 油轮体型趋势

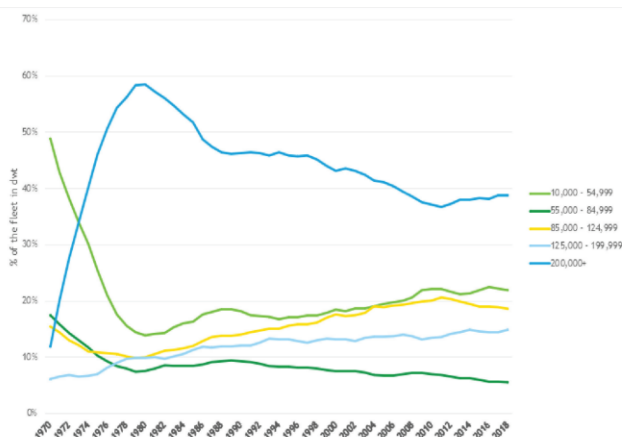


Figure 42 – Capacity distribution of oil tankers over size categories

资料来源：IMO 中信期货研究所

图 51： 油轮体型数量趋势

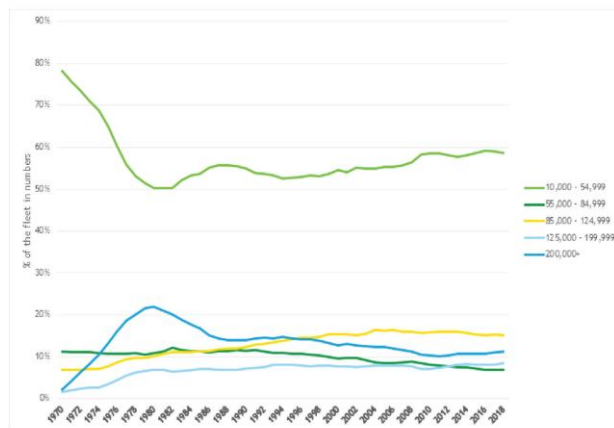


Figure 43 – Distribution of oil tankers in terms of numbers over size categories

资料来源：IMO 中信期货研究所

对油轮来说，尽管大型船只占比不断提升但数量少，小型油轮数量众多。

图 52： 干散货船体型趋势

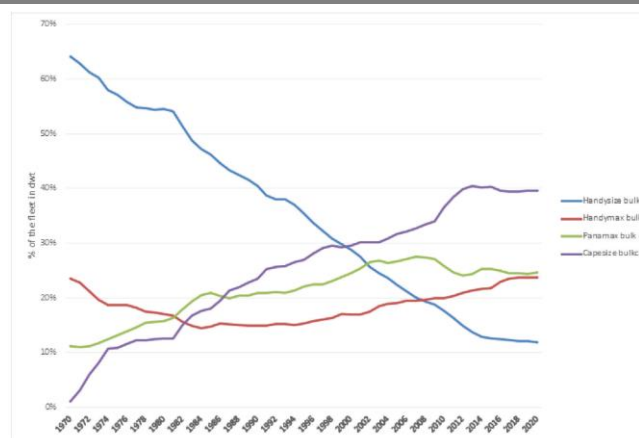


Figure 45 – Capacity distribution of bulk carriers over size categories

Source: Clarksons World Fleet Register March 2020.

资料来源：IMO 中信期货研究所

图 53： 干散货船数量趋势

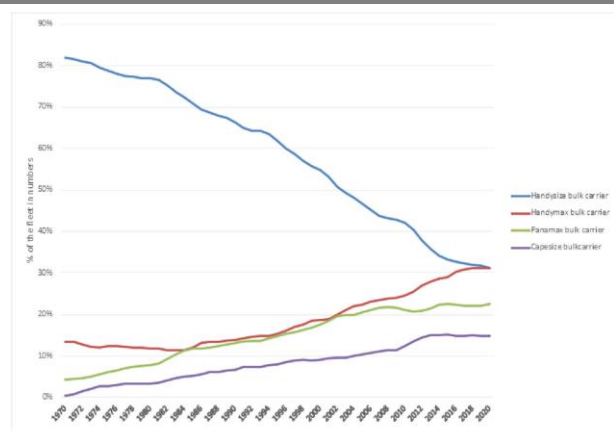


Figure 46 – Distribution of bulk carriers in terms of numbers over size categories

Source: Clarksons World Fleet Register March 2020.

资料来源：DNV 中信期货研究所

对于散货船来说，小型船只载重吨、数量占比不断下降，船舶大型化特点在干散货船只上面体现较明显。

图 54： 干散货船体型趋势 单位：吨

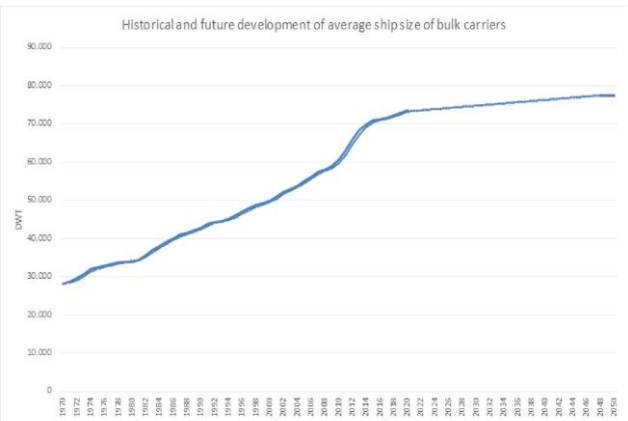


Figure 49 – Historical and future development of average ship size of bulk carriers

资料来源：IMO 中信期货研究所

图 55： 干散货船数量趋势

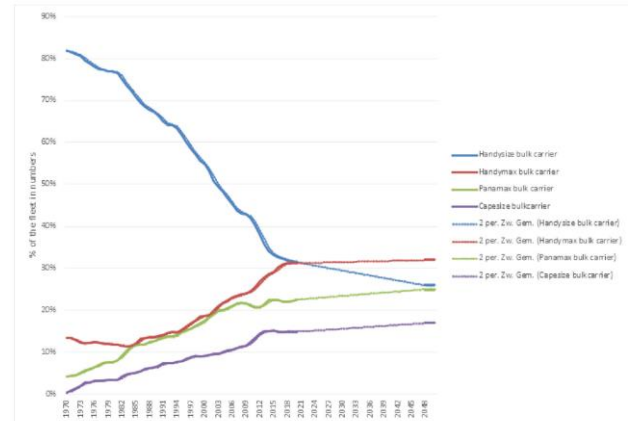


Figure 48 – Expected 2050 distribution of bulk carriers in terms of numbers over size categories

资料来源：IMO 中信期货研究所

图 56： 全球船舶新技术应用比例

Table 2.9 Status of uptake of selected technologies in global shipping, as of 14 June 2021			
Equipment type	Energy-saving technologies	Ballast water management systems	(Modern) eco-engine
Fleet, number of ships	3 929	18 925	6 698
Percent of fleet (Percent of GT capacity)	3.9% (19.0%)	18.8% (59.5%)	6.7% (25.7%)
Orderbook	254	2 078	
Percent of orderbook (Percent of GT capacity)	6.8% (13.2%)	55.3% (91.6%)	

资料来源：UNCTAD 中信期货研究所

智能发动机是由 Ecology（环保），Conservation（节能）和 Optimization（动力）三个词合成而得，昭示着基于动力、环保和燃油经济性的发动机研发理念完全依照最低燃油消耗的模式工作，2020 年 6 月 24 日，全球首台 6S35ME-B9.5 EcoEGR 主机在中国船舶所属中国船柴总装厂顺利通过出厂试验。该主机装配的 EGR（废气再循环）系统，正常运行时主机可达到国际海事组织 Tier III 排放要求，运行 EcoEGR 时可达到 Tier II 排放要求，相比于标准 EGR 系统，EcoEGR 在 Tier II 模式下能降低油耗 5.5-6g/kWh。

有很多提升航运能效或者碳排放强度的方法，主要涉及四方面的 44 项技术：节能技术、可再生能源使用、替代燃料以及降速。2025 年起假设新造船只应用以上技术，2050 年 CO₂减排中期和长期的目标将能极有可能实现。2050 年，64%的 CO₂削减将由替代燃料贡献，边际减排成本曲线依赖于零碳燃料的价格。鉴于船只节能技术应用占比不高，预计短时间船舶需要依靠降速实现碳减排概率逐步提升。

图 57： 不同船型平均 EE01 变动

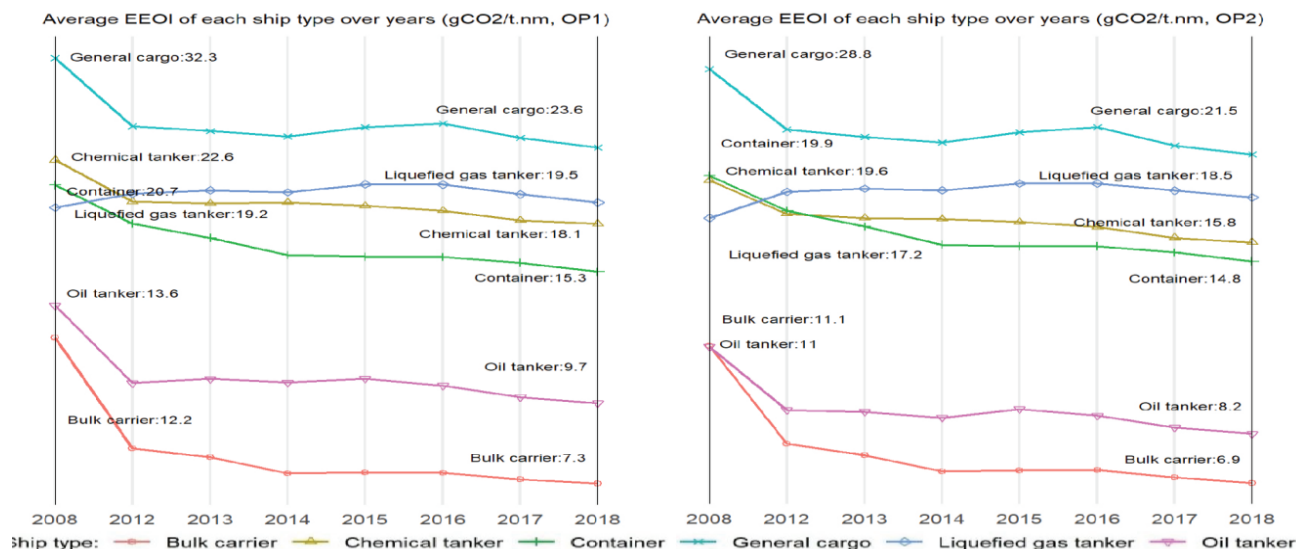


Figure 17 – Carbon intensity levels of typical cargo ships over years (in EE01; left panel: vessel-based; right panel: voyage-based)

资料来源：IMO 中信期货研究所

图 58： 不同船型平均 AER 变动

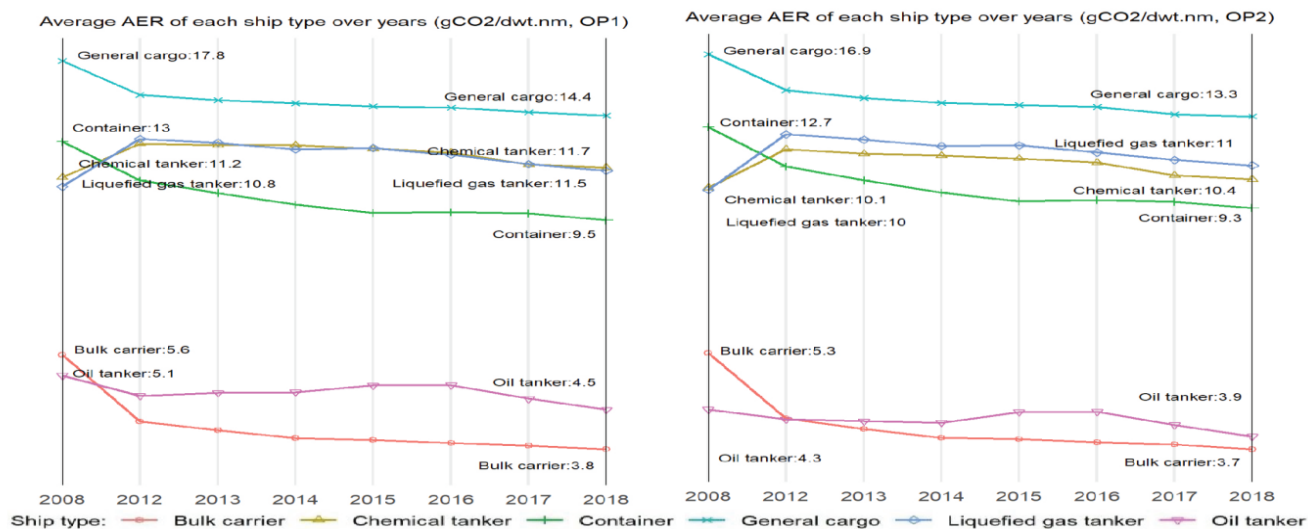


Figure 18 – Carbon intensity levels of typical cargo ships over years (in AER; left panel: vessel-based; right panel: voyage-based)

资料来源：IMO 中信期货研究所

以 2008 年为参考，碳排放强度削减最大的是干散货船，2018 年 EE01 和 AER 下降了 38%和 31%，油轮、集装箱 EE01 下降了 25%-26%。要达成 2030 年将航运业碳排放强度降低 40%，2050 年碳排放强度降低 70%的目标，航运业需要在未来付出更多努力。

参考文献：

- [1] 苏玉马. 一种船舶经济航速实测方法夏明华[EB/OL]. 世界海运, 2020-05-07
- [2] DNV. Maritime forecast to 2050 energy transition outlook[EB/OL], 2022
- [3] IMO. Fourth IMO GHG Study 2020[EB/OL], 2021
- [4] UNCTAD. Review of Maritime Transport 2021[EB/OL], 2022
- [5] IMO. Reduction of GHG emissions from ships Third IMO GHG Study 2014-Final Report[EB/OL], 2014-07-25
- [6] DNV. Pathway to net zero emissions energy transition outlook [EB/OL], 2021
- [7] 龙 de 船人. 全球首台 6S35ME-B9.5 EcoEGR 主机在中国船柴顺利交验 [EB/OL], 2020-6-26
- [8] 火器营. 为何很多中国船只要悬挂巴拿马国旗？方便旗也并不方便！ [EB/OL], 2016

免责声明

除非另有说明，中信期货有限公司拥有本报告的版权和/或其他相关知识产权。未经中信期货有限公司事先书面许可，任何单位或个人不得以任何方式复制、转载、引用、刊登、发表、发行、修改、翻译此报告的全部或部分材料、内容。除非另有说明，本报告中使用的所有商标、服务标记及标记均为中信期货有限公司所有或经合法授权被许可使用的商标、服务标记及标记。未经中信期货有限公司或商标所有权人的书面许可，任何单位或个人不得使用该商标、服务标记及标记。

如果在任何国家或地区管辖范围内，本报告内容或其适用与任何政府机构、监管机构、自律组织或者清算机构的法律、规则或规定内容相抵触，或者中信期货有限公司未被授权在当地提供这种信息或服务，那么本报告的内容并不意图提供给这些地区的个人或组织，任何个人或组织也不得在当地查看或使用本报告。本报告所载的内容并非适用于所有国家或地区或者适用于所有人。

此报告所载的全部内容仅作参考之用。此报告的内容不构成对任何人的投资建议，且中信期货有限公司不会因接收人收到此报告而视其为客户。

尽管本报告中所包含的信息是我们于发布之时从我们认为可靠的渠道获得，但中信期货有限公司对于本报告所载的信息、观点以及数据的准确性、可靠性、时效性以及完整性不作任何明确或隐含的保证。因此任何人不得对本报告所载的信息、观点以及数据的准确性、可靠性、时效性及完整性产生任何依赖，且中信期货有限公司不对因使用此报告及所载材料而造成的损失承担任何责任。本报告不应取代个人的独立判断。本报告仅反映编写人的不同设想、见解及分析方法。本报告所载的观点并不代表中信期货有限公司或任何其附属或联营公司的立场。

此报告中所指的投资及服务可能不适合阁下。我们建议阁下如有任何疑问应咨询独立投资顾问。此报告不构成任何投资、法律、会计或税务建议，且不担保任何投资及策略适合阁下。此报告并不构成中信期货有限公司给予阁下的任何私人咨询建议。

中信期货有限公司

深圳总部 地址：深圳市福田区中心三路 8 号卓越时代广场（二期）北座 13 层 1301-1305、14 层

邮编：518048

电话：400-990-8826