

我国水运节能减排政策实践与发展趋势



彭传圣 研究员



交通运输部水运科学研究院

交通运输部水运科学研究所研究员，首席研究员，“新世纪百千万人才工程”国家级人选，长期从事水运技术研究以及标准和政策制定工作、参加政府组织的各项水运技术与政策国际交流与合作。科研成果获得过国家科技进步二等奖；负责编制了《“十二五”水运节能减排总体推进实施方案》和绿色港口等级评价标准，推动了我国靠港船舶使用岸电和设立船舶排放控制区的工作；发表论文400多篇；担任国际航运硫控制专家组(Sulphur Experts)、国际港口协会(IAPH)“可持续港口报告”工作组和国际航运协会(PIANC)“内河航运脱碳基础设施”工作组成员。

1 背景

2 政策

3 实践

4 趋势

长三角地区在国家经济社会发展中的地位

长江三角洲地区区域图



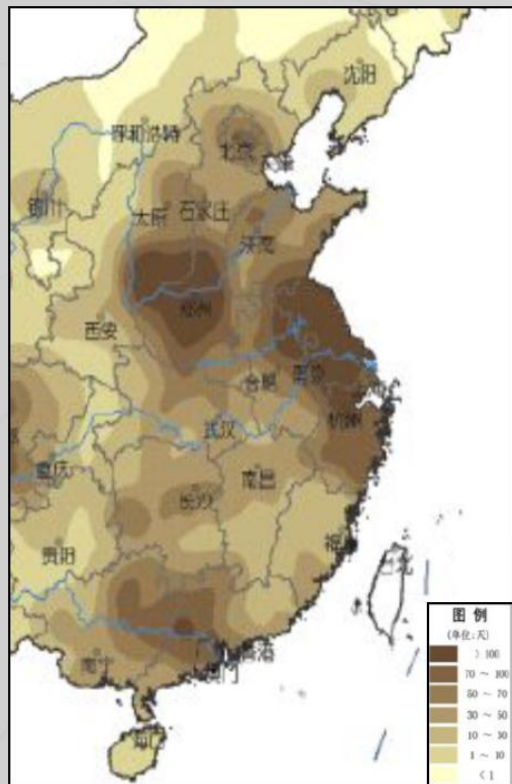
审图号：GS(2020)3189号

自然资源部 监制

长三角地区是我国经济发展最活跃、开放程度最高、创新能力最强的区域之一，在国家现代化建设大局和全方位开放格局中具有举足轻重的战略地位。

环境空气质量(2013)→我国大气污染防治重点区域

大气污染防治行动计划
打赢蓝天保卫战三年行动计划



2018年-2020年我国大气污染防治重点区域

信息来源:《打赢蓝天保卫战三年行动计划》

制图:自然田

■ 大气污染防治重点区域



2020年上半年，长三角地区环境空气质量指数（AQI）6因子中，PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO₂、CO日均值已达到国家环境空气质量一级标准，O₃达到国家环境空气质量二级标准，空气优良天数同比上升19.1%，上述6项空气质量指标同比下降4.5%-25.9%。但与国际先进水平相比，还有很大改善空间：一是日均值尚未达到世界卫生组织指导值，年均值未达到我国空气质量一级标准和世界卫生组织指导值；二是O₃浓度距我国空气质量一级标准和世界卫生组织指导值还有距离，CO和O₃浓度略高于粤港澳珠三角地区；三是夏季和秋冬季PM_{2.5}、O₃时有超标。

长三角地区空气质量总体基本达标。

O_3 污染的前体物 NO_x 和VOCs排放量居高不下，尤其是在京津冀及周边和长三角等重点区域，涉VOCs排放的产业高度集中，11省市占国土面积的13%，排放量却占了全国的47%；原油加工量占全国的49%，原料药、化学农药原药、家具、船舶制造等行业企业数量多、规模小，合计产量分别占全国的50%左右-88%之间，产业布局调整难度很大。

“十四五”期，VOCs取代 SO_2 成为城市空气质量考核新指标。
长三角地区仍然是我国大气污染防治重点区域之一。

长三角地区水运在全国行业中的地位：基础设施占全国比重

港口

泊位数量

50.5

泊位长度

45.7

航道

通航里程

32.9

船舶

内河

57.2

沿海

58.0

远洋

49.1

长三角地区水运在全国行业中的地位：水运规模占全国比重

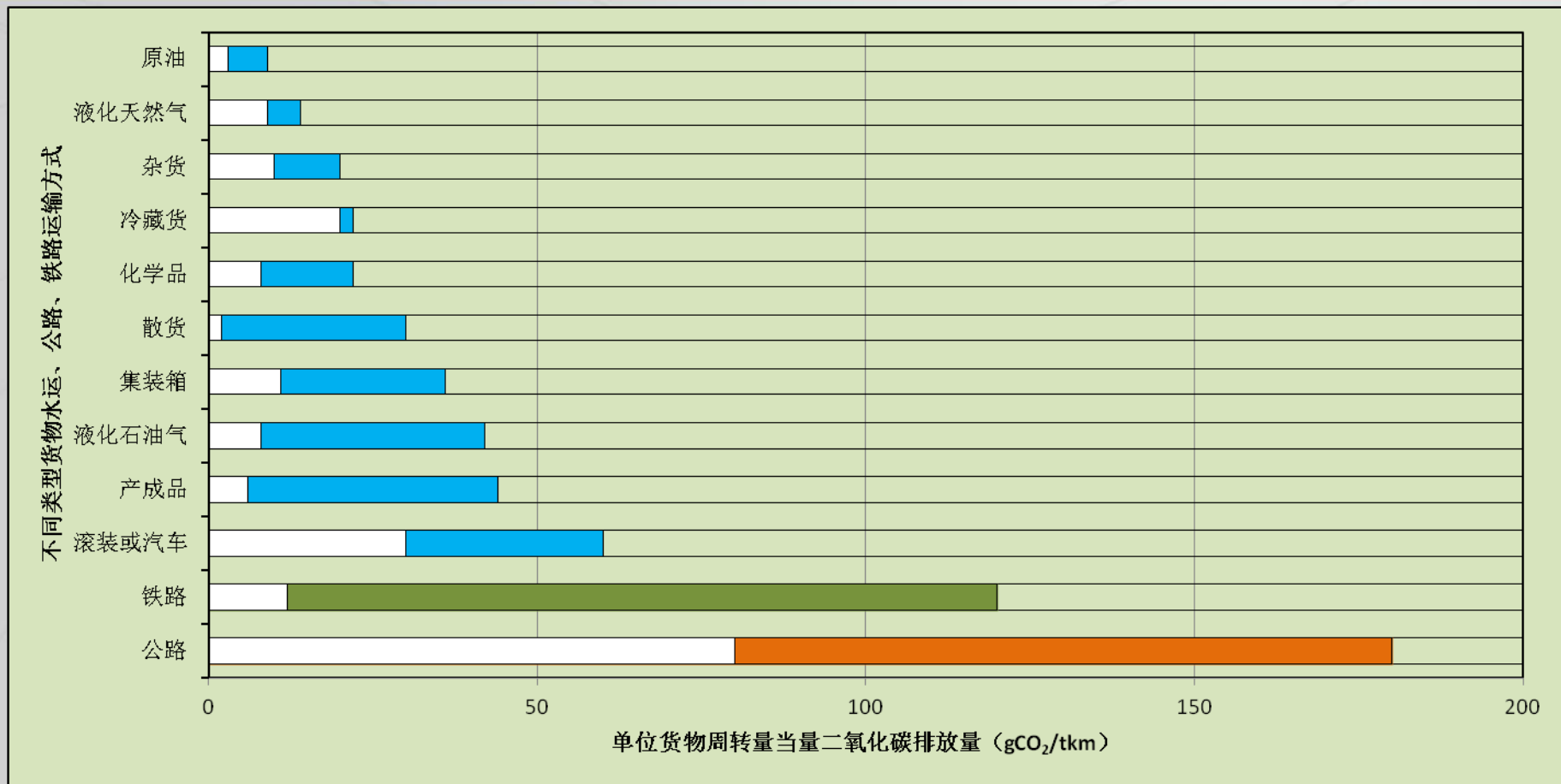
港口吞吐量

货物周转量



水运温室气体排放

船舶硫氧化物控制取得了很大的成效，氮氧化物排放控制面临挑战
2019年，船舶氮氧化物排放占非道路移动源排放的28.2%
尽管水运具有节能减排的额比较优势，但是水运业有责任和义务：助力减污降碳



1 背景

2 政策

3 实践

4 趋势

船舶是港口大气污染的主要来源

洛杉矶港：2006

2006年洛杉矶港大气污染物排放份额（%）

来源	2006年洛杉矶港大气污染物排放份额（%）						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	DPM	NO _x	SO _x	CO	HC
远洋船舶	53	49	48	32	97	12	24
港作拖轮	4	5	5	6	0	7	7
货物装卸	4	5	5	9	0	19	8
货运火车	6	6	6	10	2	6	10
重型卡车	33	35	36	42	1	56	51
总计	100	100	100	100	100	100	100

加州不遗余力控制船舶排放

全球最严厉的控制要求
洛杉矶港全面落实加州要求

实施时间

措施

强制性要求

2009年1月1日 盈利性港作船舶规则

使用硫含量不大于15ppm的低硫柴油并执行严格的发动机排放控制标准

2009年7月1日 远洋船舶燃料规则

在加州水域及距加州基线24nm范围内活动远洋船舶执行严格的燃油类型和硫含量控制标准

2012年8月1日 北美排放控制区

按照IMO要求控制燃油硫含量和发动机排放控制标准

2014年1月1日 靠港船舶规则

靠港船舶使用岸电

船舶排放

主机
辅机
锅炉

燃油消耗量
燃油质量
发动机性能

particulate emissions

- PM10
- **PM 2,5**
- UFP
- metals
(Le, Ce, V, Ni, Fe)
- OCs (ECs)
- sulfates
- ash
- BC

- PAHs
- VOCs
- HCs

gaseous emissions

- **CO₂**
- **NO_x**
- **SO₂**
- CO



国家、行业和地方行政政策体系

标准规范		行政强制 经济激励
规范性文件	工作方案	
	行动计划	
	示范项目	
	指导意见	
	发展规划	
法规		行政强制
法律		

注：红色字体部分是行业和地方可以运用的政策工具

法律法规、规范性文件、标准规范

中央	年份	国家	交通运输部等部委	标准
科学发展观	2011	<ul style="list-style-type: none"> ● 国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要； ● “十二五”节能减排综合性工作方案； ● “十二五”控制温室气体排放工作方案 	<ul style="list-style-type: none"> ● 交通运输“十二五”发展规划； ● 公路水路交通运输环境保护“十二五”发展规划； ● 公路水路交通运输节能减排“十二五”规划； ● “十二五”水运节能减排总体推进实施方案 	
	2012		<ul style="list-style-type: none"> ● 交通运输行业“十二五”控制温室气体排放工作方案； ● 关于港口节能减排工作的指导意见 	<ul style="list-style-type: none"> ● 环境空气质量标准； ● 煤炭矿石码头粉尘控制设计规范； ● 营运船舶燃料消耗限值及验证方法； ● 营运船舶CO₂排放限值及验证方法
	2013	<ul style="list-style-type: none"> ● 大气污染防治行动计划 	<ul style="list-style-type: none"> ● 加快推进绿色循环低碳交通运输发展指导意见 ● 关于推进水运行业应用液化天然气的指导意见 	
	2014		<ul style="list-style-type: none"> ● “十二五”期推进全国内河船型标准化工作实施方案 	
生态文明及创新、协调、绿色、开放、共享发展理念	2015	<ul style="list-style-type: none"> ● 大气污染防治法（新修订）； ● 国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要； ● “十三五”节能减排综合工作方案； ● “十三五”控制温室气体排放工作方案； ● 水污染防治行动计划 	<ul style="list-style-type: none"> ● 船舶与港口污染防治专项行动实施方案（2015-2020年）； ● 珠三角、长三角、环渤海（京津冀）水域船舶排放控制区实施方案 	<ul style="list-style-type: none"> ● 船用燃料油

法律法规、规范性文件、标准规范

中央	年份	国家	交通运输部等部委	标准
大气污染防治法	2016		<ul style="list-style-type: none"> ● 原油成品油码头油气回收行动方案； ● 关于推进电能替代的指导意见 	<ul style="list-style-type: none"> ● 船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法(中国第一、二阶段)； ● 天然气燃料动力船舶规范； ● 液化天然气燃料加注趸船规范
	2017		<ul style="list-style-type: none"> ● 推进交通运输生态文明建设实施方案； ● 港口岸电布局方案； ● 老旧运输船舶管理规定； ● “十三五”挥发性有机物污染防治工作方案 	<ul style="list-style-type: none"> ● 码头油气回收设施建设技术规范； ● 港口码头水上污染事故应急防备能力要求
习近平：建设海洋强国	2018	<ul style="list-style-type: none"> ● 打赢蓝天保卫战三年行动计划 	<ul style="list-style-type: none"> ● 船舶大气污染物排放控制区实施方案； ● 长江经济带船舶污染防治专项行动方案（2018—2020年）； ● 关于做好船舶水污染物排放控制标准实施工作的通知 	<ul style="list-style-type: none"> ● 船舶水污染物排放控制标准； ● 靠港船舶岸电系统技术条件 第1部分 高压供电（2012年版本更新）； ● 靠港船舶岸电系统技术条件 第1部分 低压供电（2012年版本更新）
习近平：打造世界一流的智慧港口、绿色港口	2019	<ul style="list-style-type: none"> ● 交通强国建设纲要 	<ul style="list-style-type: none"> ● 港口和船舶岸电管理办法； ● 2020年全球船用燃油限硫令实施方案； ● 关于建设世界一流港口的指导意见 	<ul style="list-style-type: none"> ● 码头船舶岸电设施建设技术规范（2012年版本更新）； ● 码头岸电设施检测技术规范； ● 船舶水污染物内河港口岸上接收设施设计指南； ● 内河洗舱站码头设计指南
	2020		<ul style="list-style-type: none"> ● 关于大力推进海运业高质量发展的指导意见； ● 内河航运发展纲要 	<ul style="list-style-type: none"> ● 绿色港口等级评价指南（2013年版本更新）

政策目标	措施
节约能源	淘汰老旧设备（船舶及港口机械）
	船舶大型化
	船舶减速航行
能源转换	新能源、清洁能源动力设备
	靠港船舶使用岸电
控制排放	船舶排放控制区
	干散货码头粉尘防治
	提高海铁联运、水水中转量
	原油成品油装船码头油气回收
	提高设备发动机排放控制标准

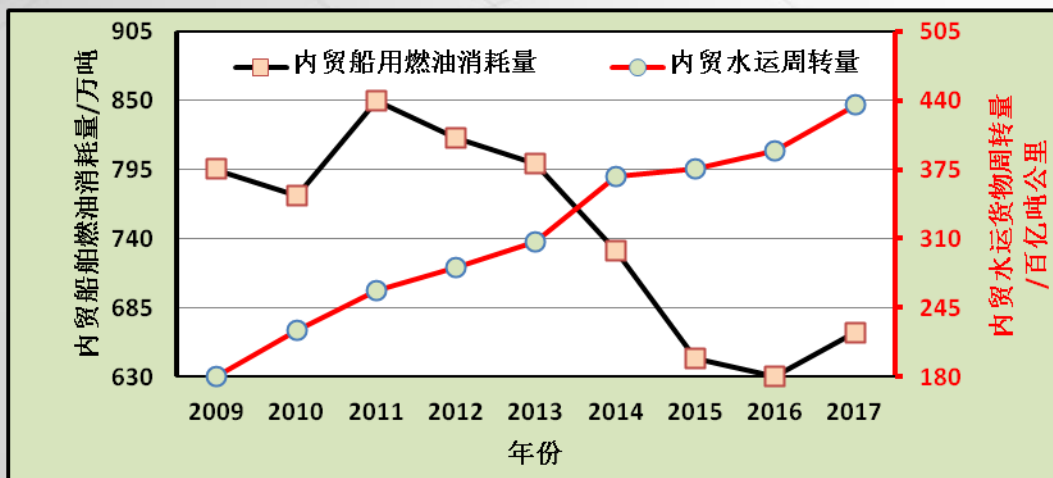
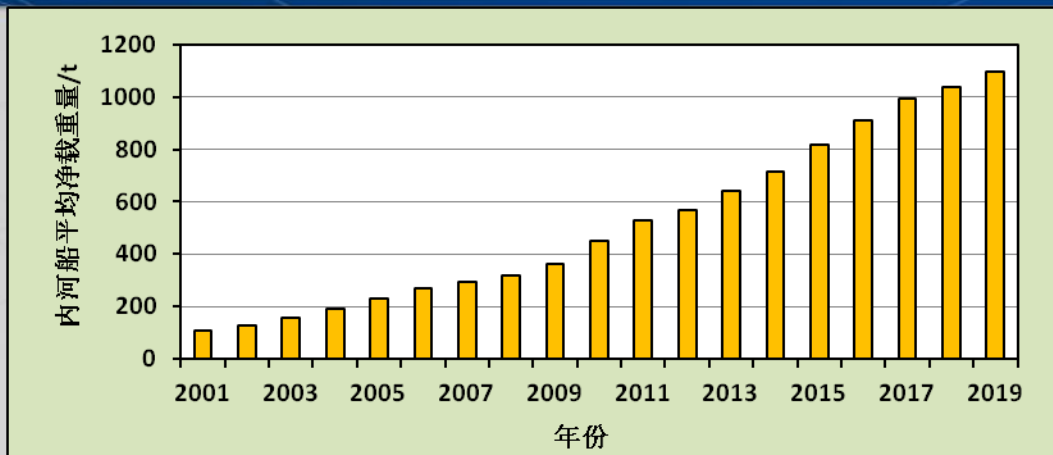
1 背景

2 政策

3 实践

4 趋势

案例1：船舶大型化、淘汰老旧船舶、减速航行



案例2：港口机械“油改电”

2300+台RTG：减少25万吨柴油使用



案例2：港口机械“油改电”

2017青岛港
2018上海港

全电力自动化集装箱码头



案例3：船舶排放控制区



长三角地区先行实施船舶排放控制区

交通运输部

靠泊排放控制区内核心港口船舶应使用硫含量不大于0.5%的船用燃油

靠泊排放控制区内港口船舶应使用硫含量不大于0.5%的船用燃油

排放控制区内活动船舶应使用硫含量不大于0.5%的船用燃油

2016

2017

2018

2019

长三角区域：提前4个月实施

长三角区域港口：提前4个月实施

珠三角ECA之深圳港：提前3个月实施

长三角ECA核心港口：提前9个月实施

地方政府

2015年版船舶排放控制区：成效显著



唐山港2017年1月SO₂浓度同比下降56%



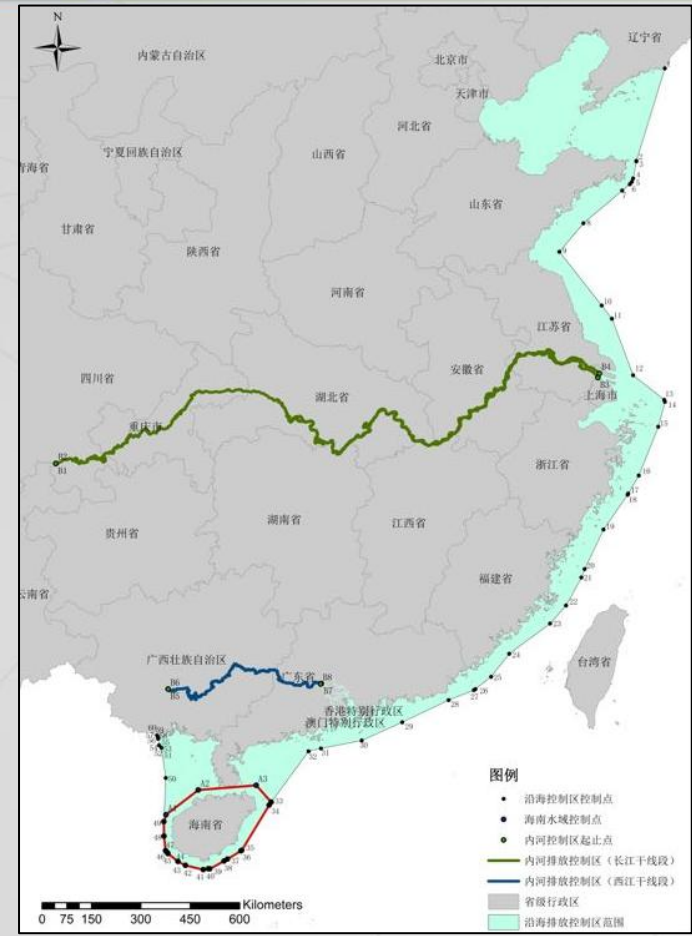
2016年4-12月SO₂浓度同比下降23%

2016年4-12月SO₂浓度同比下降52%

深圳港盐田港区2016年10月-2017年6月SO₂浓度同比下降38%

2018年版船舶排放控制区

控制船舶燃油硫含量→减少船舶硫氧化物排放
靠港船舶使用岸电、2022年始海南水域TierIII→控制船舶氮氧化物排放



案例4：新能源利用

风力助航船舶：招商轮船“凯力”轮



案例5：原油、成品油装船码头油气回收

上海港、宁波舟山港



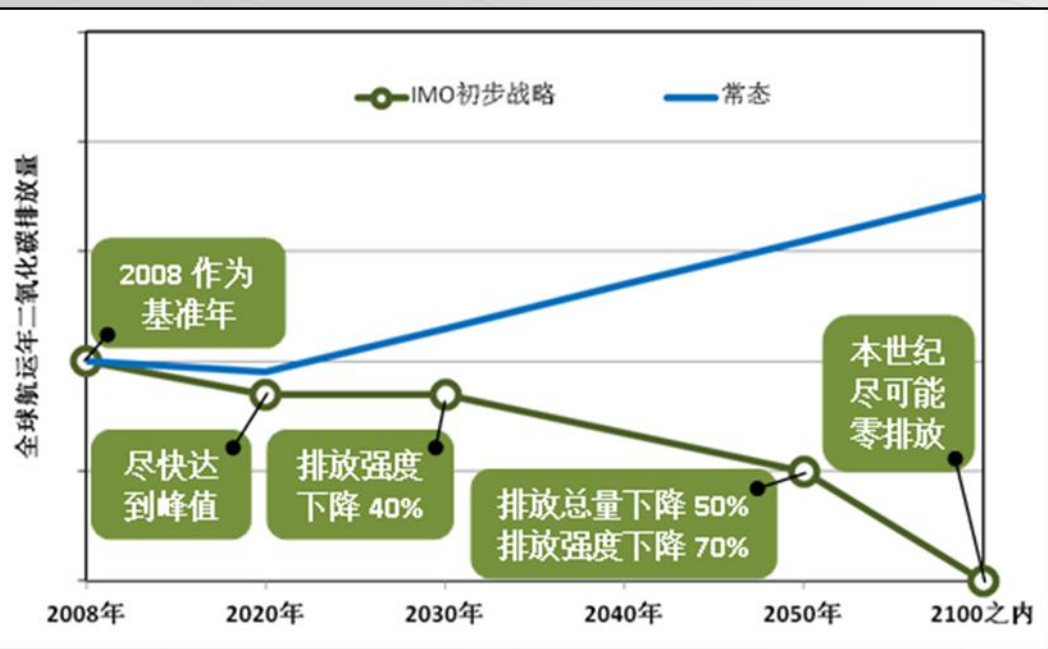
1 背景

2 政策

3 实践

4 趋势

既需要减排大气污染物，也需要减排温室气体

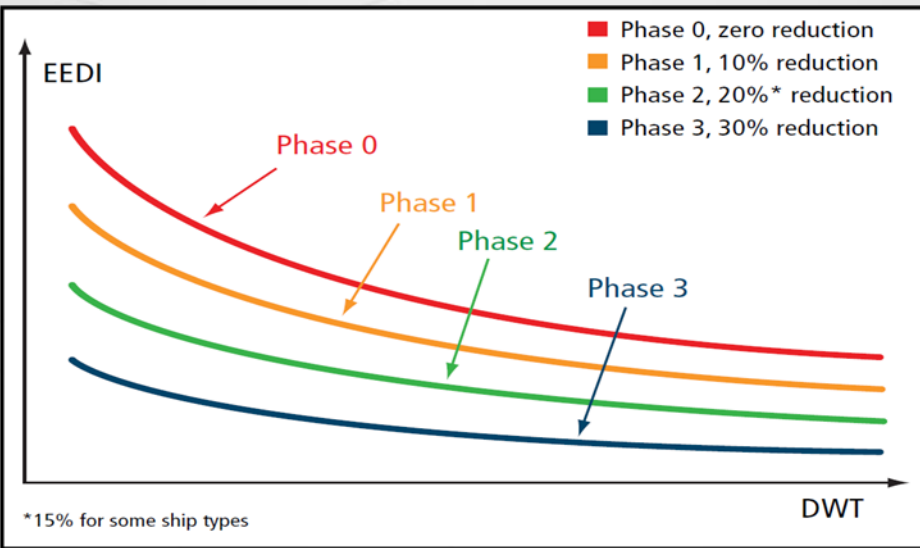
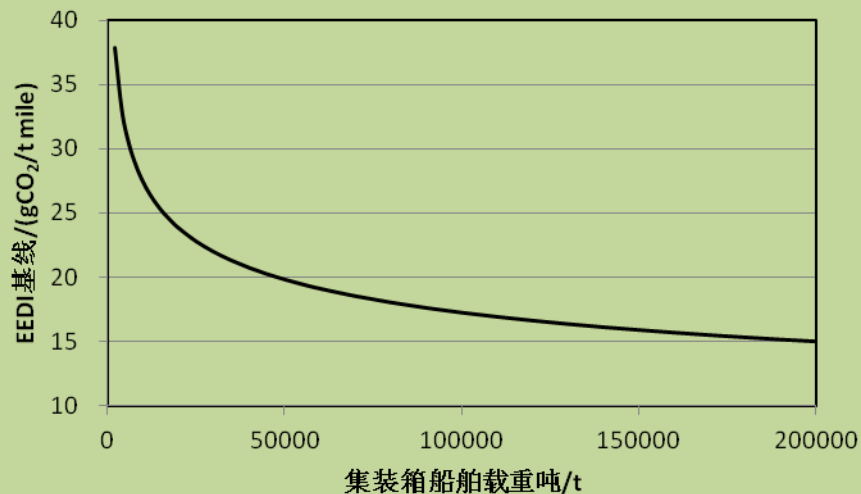


2020年12月我国承诺：
提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，力争2030年前二氧化碳排放达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。

严格标准：船舶能效设计指数EEDI

2013-2014 : 0阶段
2015-2019 : 1阶段

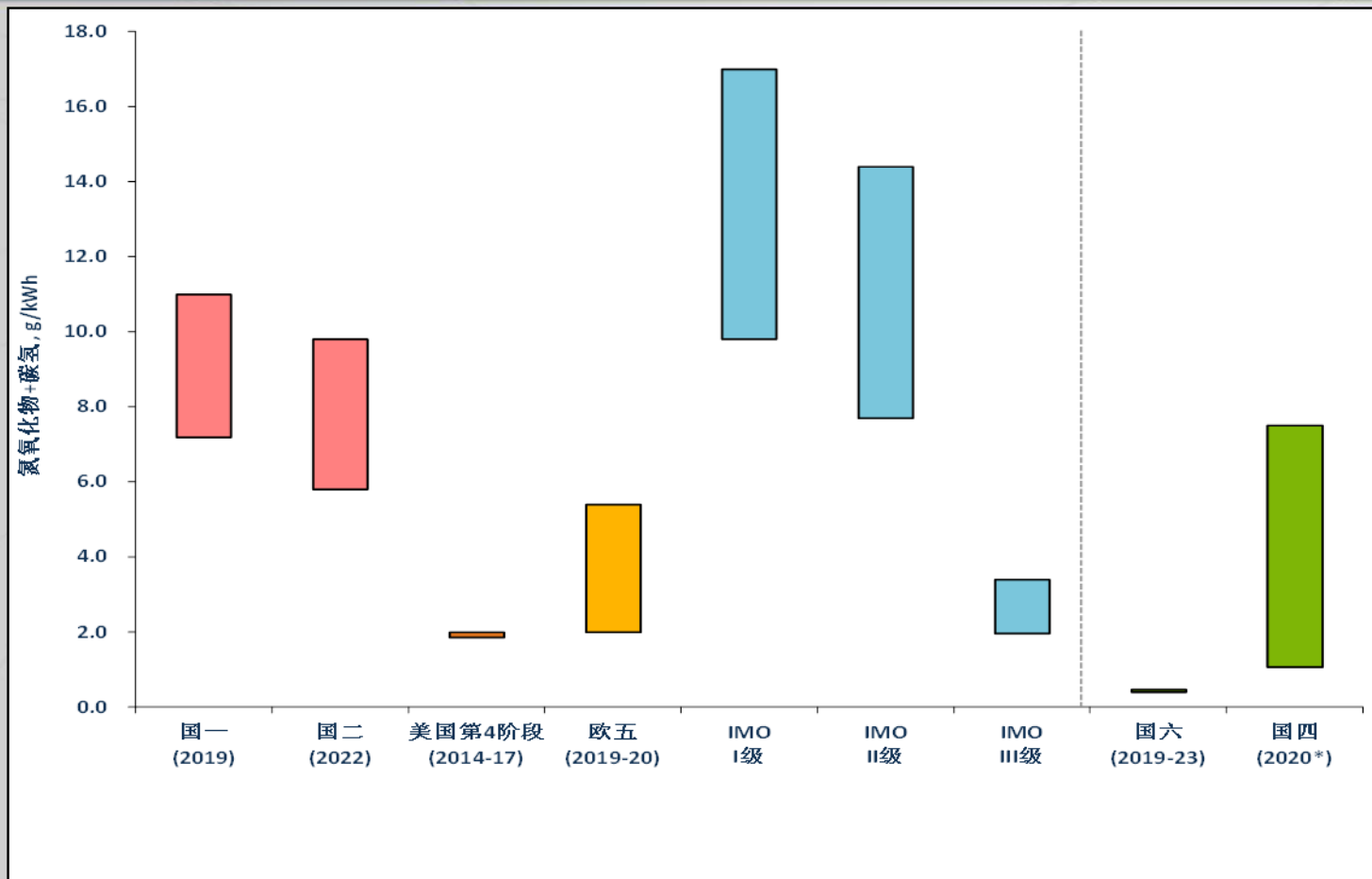
2020-2024 : 2阶段
2025- : 3阶段



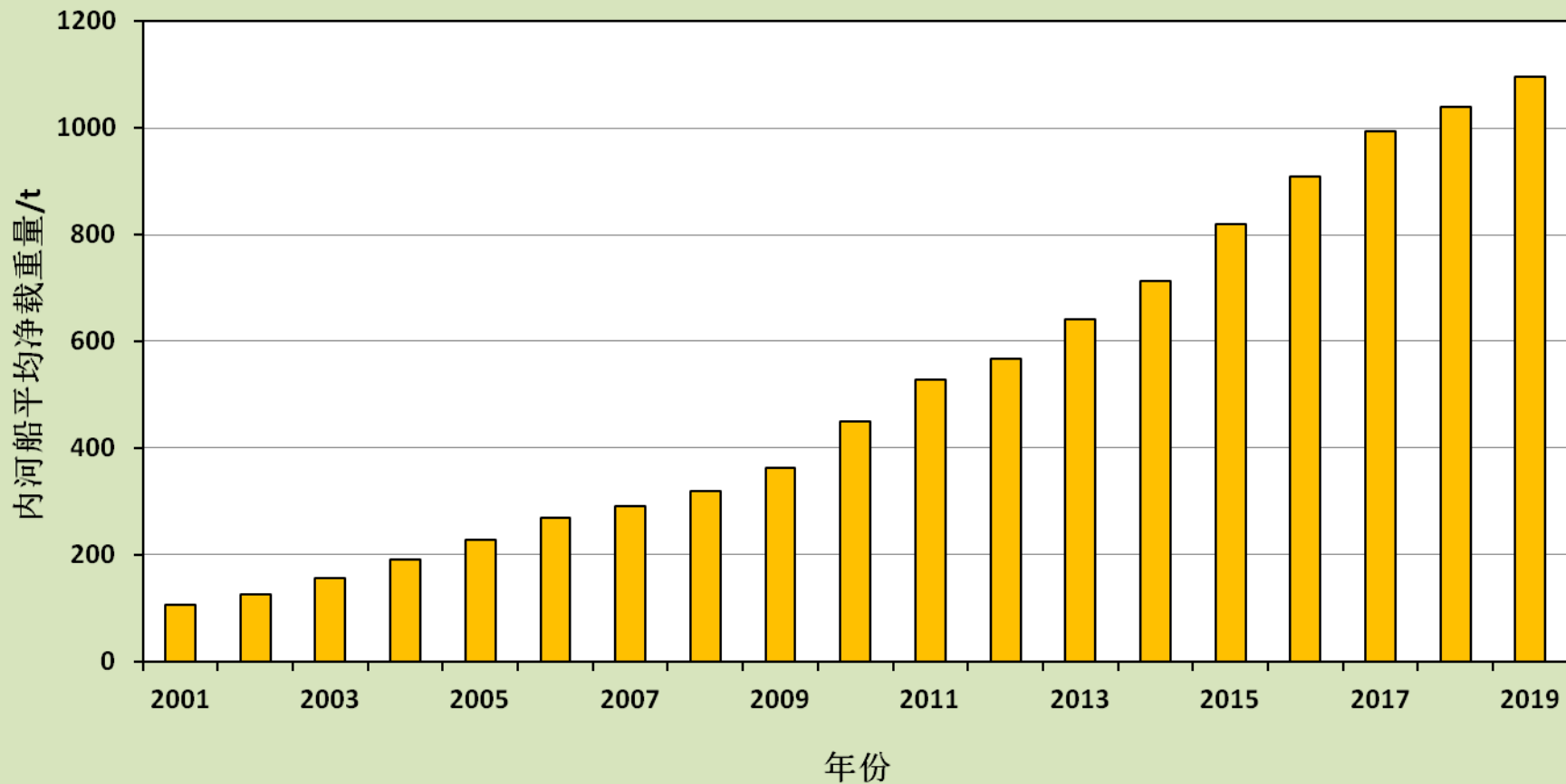
《营运船舶CO₂排放限值及验证方法》（JT/T827-2012）准备修订

严格标准：发动机大气污染物排放控制

资料来源：NRDC
MARPOL公约ECA

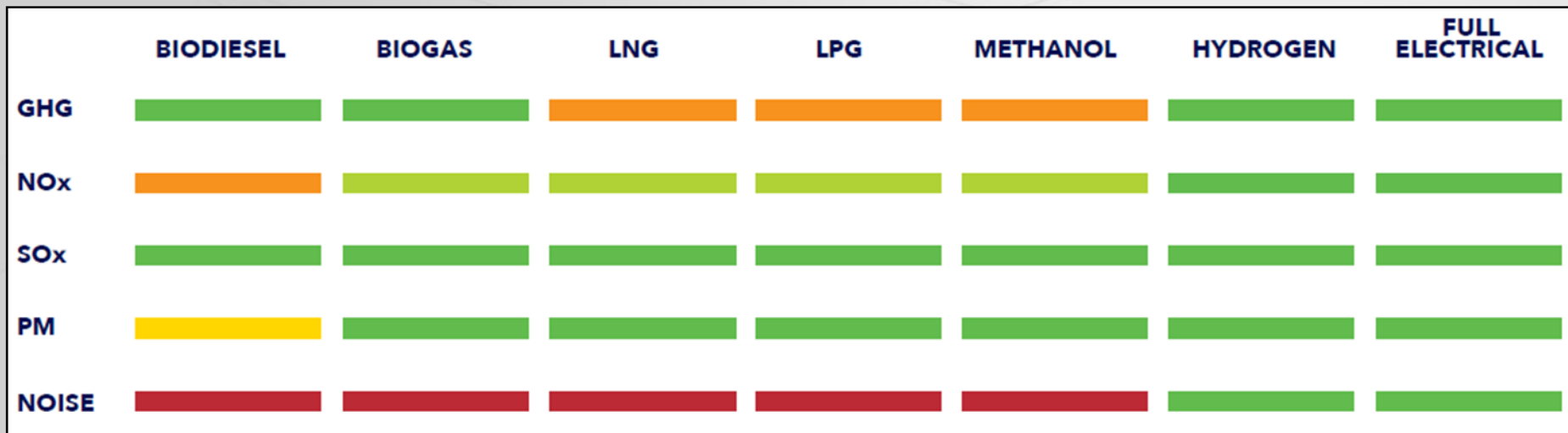


调整结构：淘汰老旧船舶，进一步推动大型化



能源转型：使用蓄电池或燃料电池动力

资料来源：DNV-GL

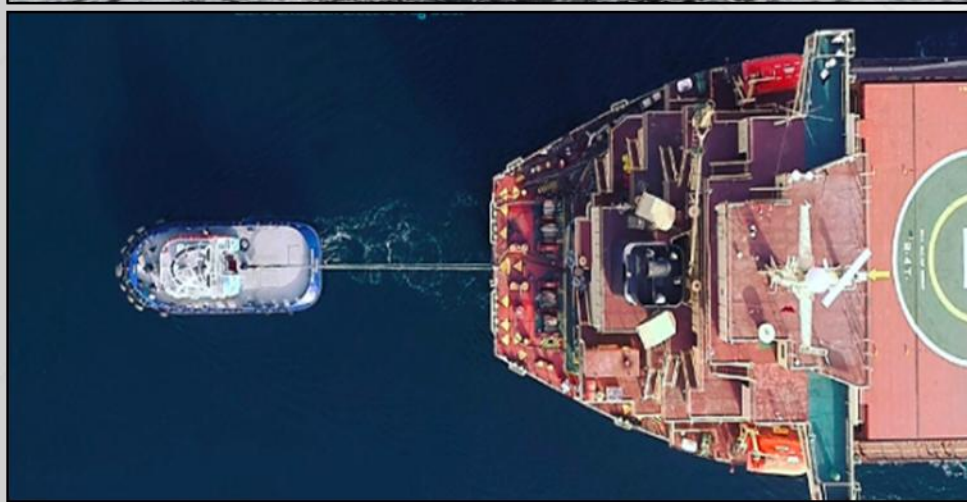


注：相对于使用HF0/MGO，绿色表示有最大的潜在优势；红色表示有最小的潜在优势。

能源转型：使用蓄电池或燃料电池动力船舶

伊斯坦布尔港电动拖轮
安特卫普港氢动力拖轮

2020年6月23日全电动商旅游船“君旅号”在武汉首航



能源转型：使用蓄电池或燃料电池动力港口机械

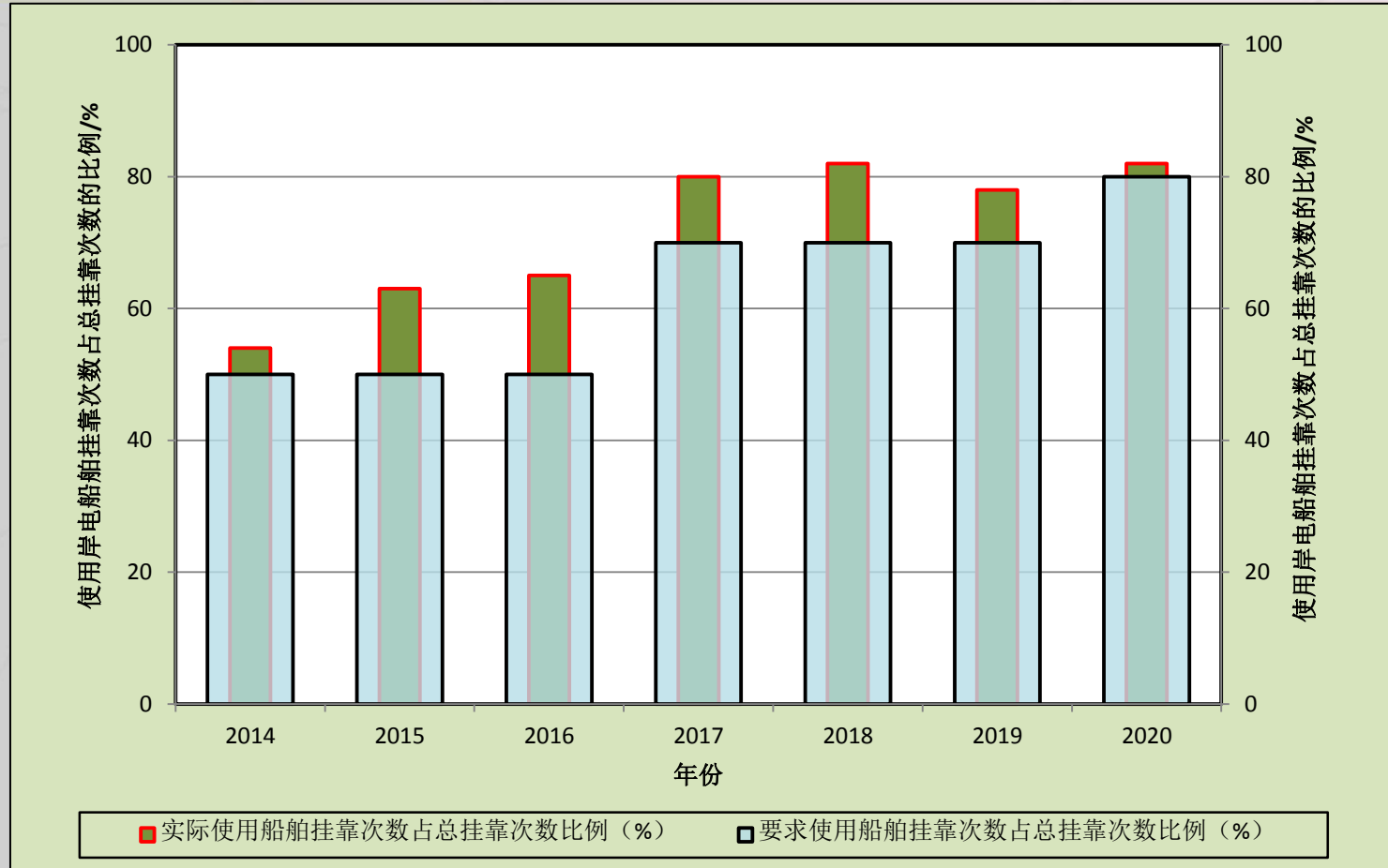
电动牵引车；电动集装箱正面吊运机



能源转型：靠港船舶使用岸电

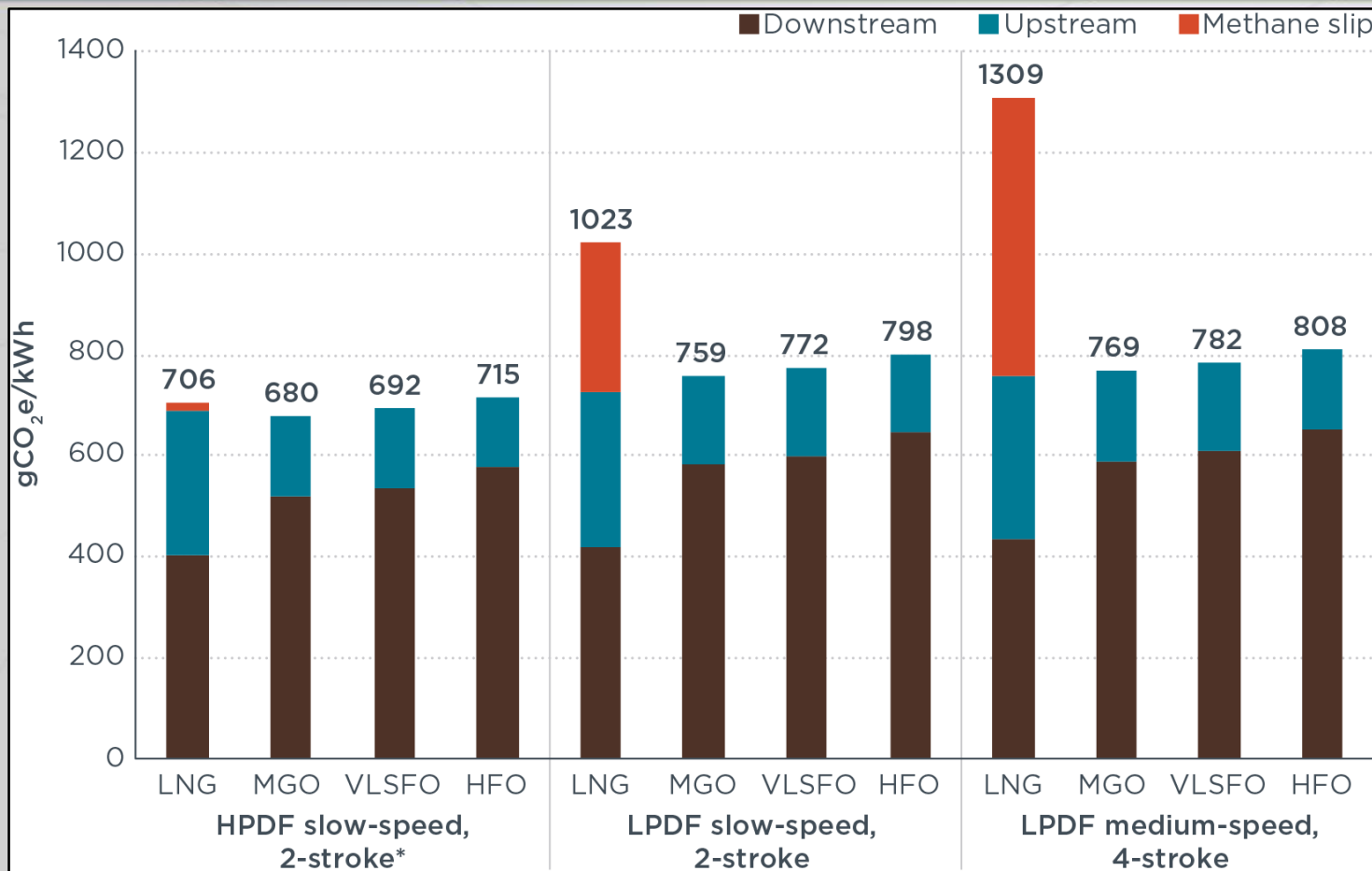
靠港船舶岸电使用率

洛杉矶港
2019年深圳港：6.2%



应对航运去碳化挑战：LNG只是过渡性燃料

甲烷20年全球增温潜势是CO₂的72倍
甲烷100年全球增温潜势是CO₂的25倍

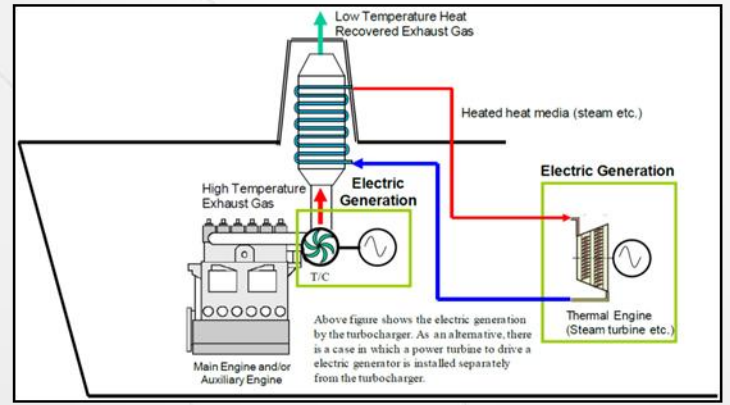
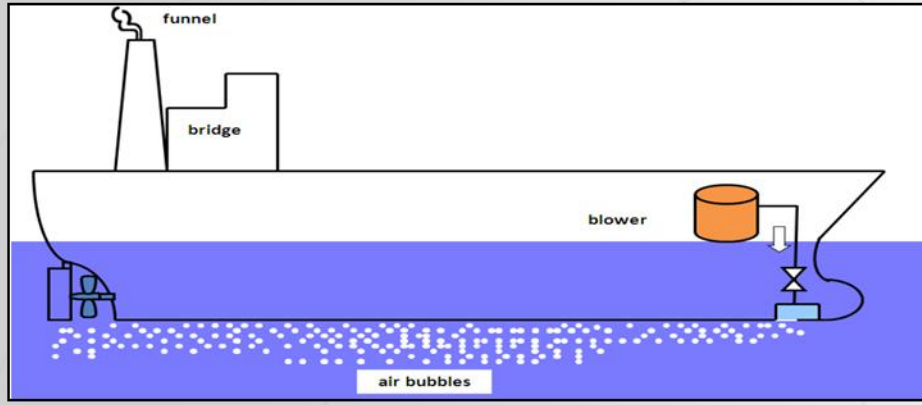


提高能效：风力助航



提高能效：光伏发电、减阻技术、余热利用

欧美间航行汽车运输船、芬兰滚装渡船



提高能效：光伏和风力发电

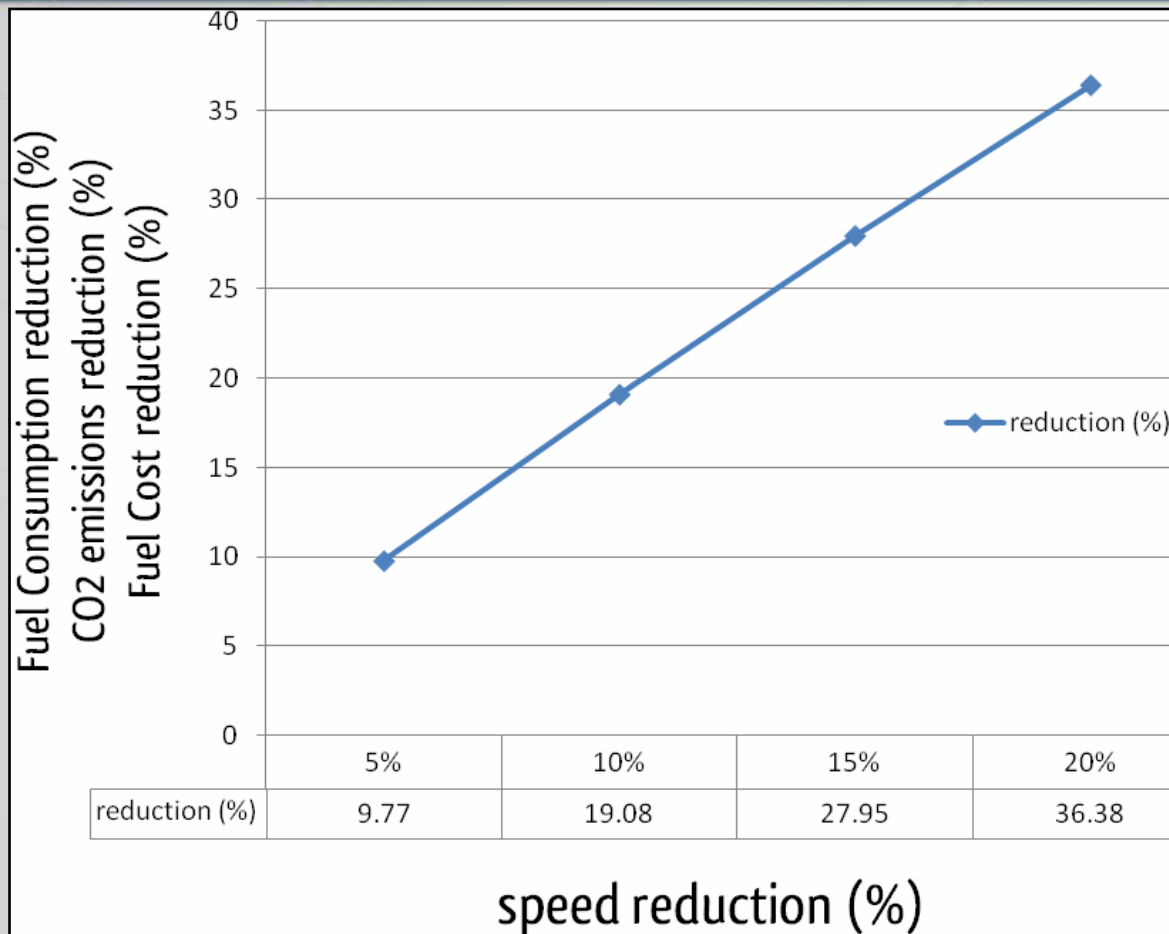
安特卫普港、新加坡裕廊港



提高能效：船舶能效管理计划SEEMP+EEOI

SEEMP要求船舶在设计阶段满足EEDI要求，在船舶运营过程中，要求船舶经营人建立一种有效的船舶能效管理机制，用EEOI定量管理船舶能效，通过详细的**规划、实施、监控和自我评估与改进**5个步骤来不断完善船队的经营结构，降低能耗。具体可通过优化船舶航线，有效避开台风，合理优化在航时间，确保及时到港并减少到港前的泊位等待时间等等措施。

节约能源：减速航行



彭传圣研究员
交通运输部水运科学研究院
北京西土城路8号
电话：86-10-65290315
Email: pengcs@wti.ac.cn



谢谢