

先进港口移动源排放治理经验



彭传圣 研究员



交通运输部水运科学研究院

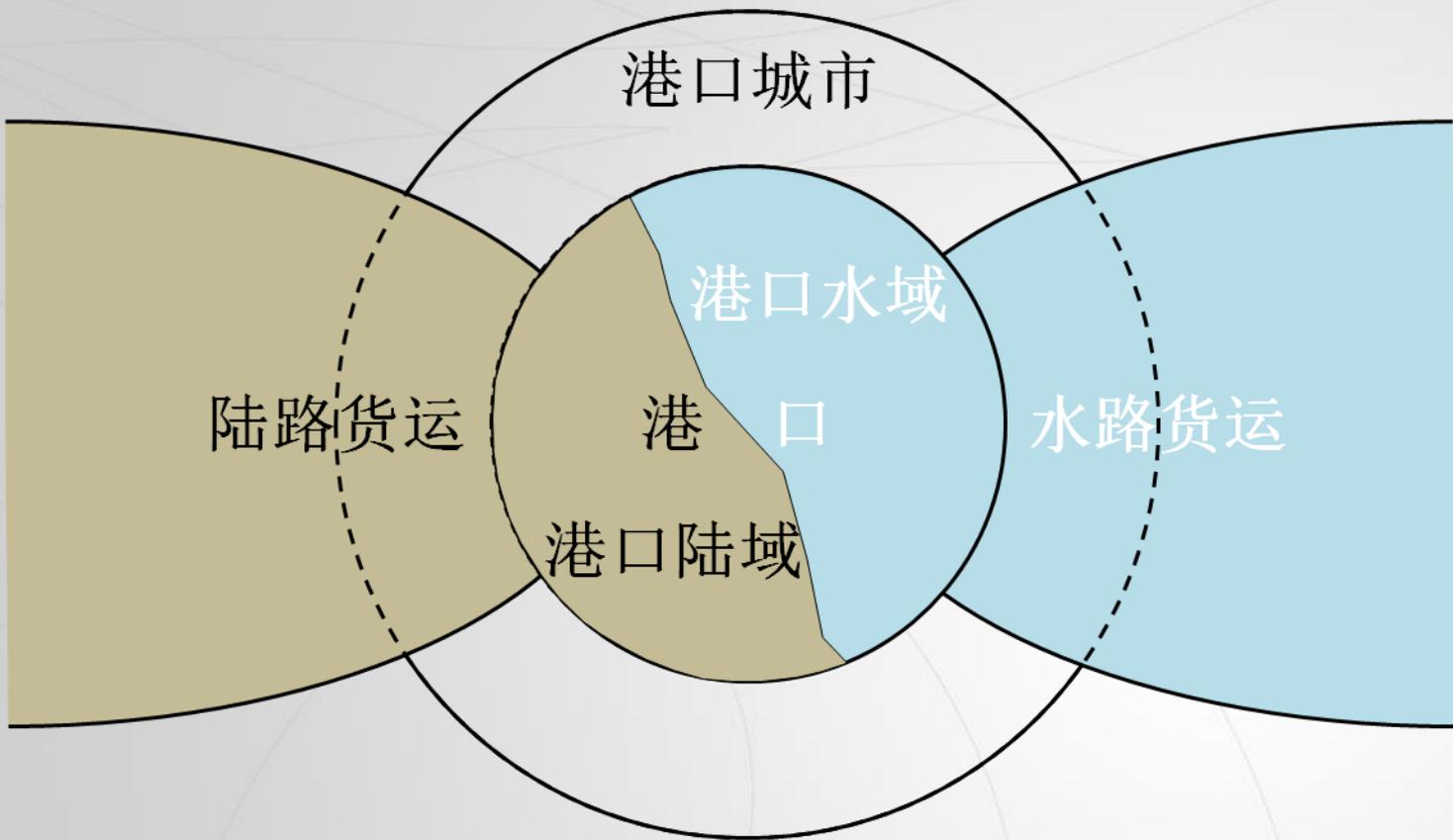
1 排放来源

2 治理路径

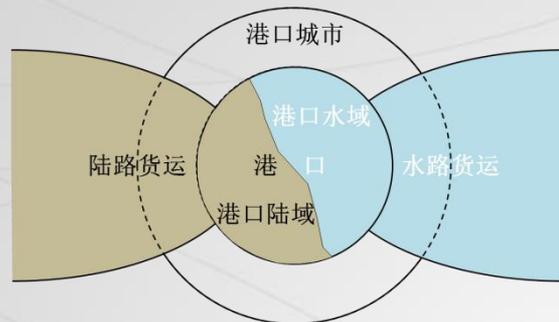
3 最佳实践

4 经验总结

港口——水陆运输节点

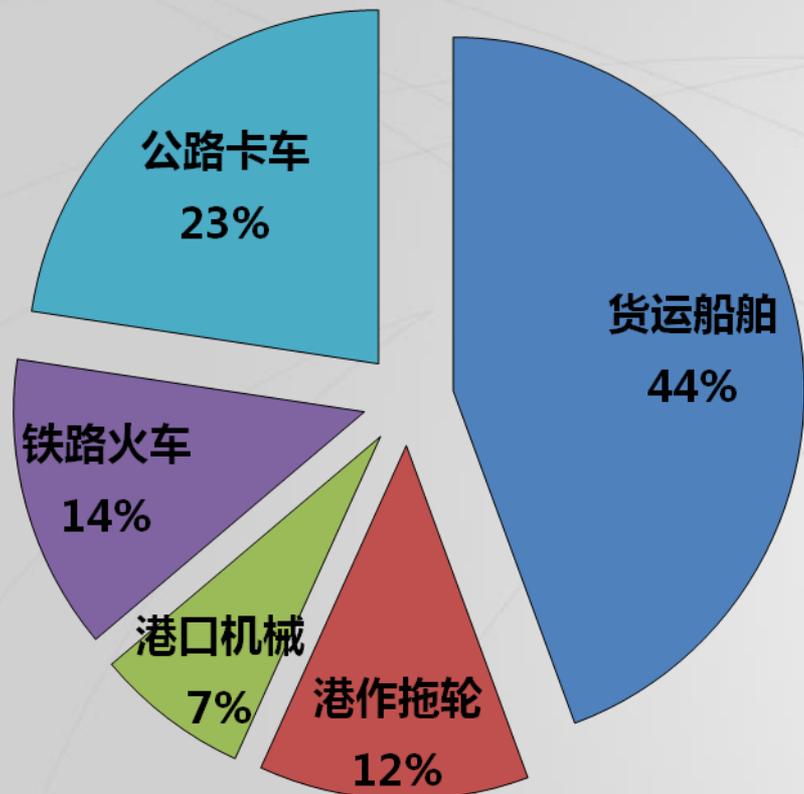


港口移动源

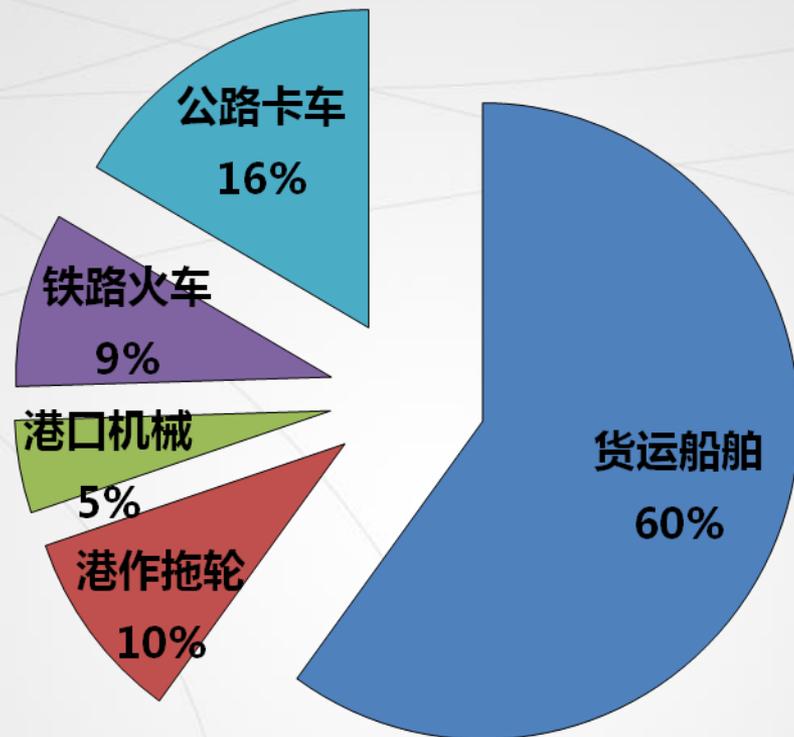


陆路货运		港口陆域	港口水域	水路货运
公路卡车	港口 机械	起重机械	港作拖船	货运船舶
铁路火车		连续输送机械		
		装卸搬运车辆		
		专用装卸机械		

2018年洛杉矶港氮氧化物排放



2018年长滩港氮氧化物排放



加州不遗余力控制船舶排放

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

1 排放来源

2 治理路径

3 最佳实践

4 经验总结

治理路径

实践

结构调整

运输结构
设备结构
能源结构

海铁联运、水水中转
淘汰老旧船舶和港口机械
应用新能源、清洁能源

技术应用

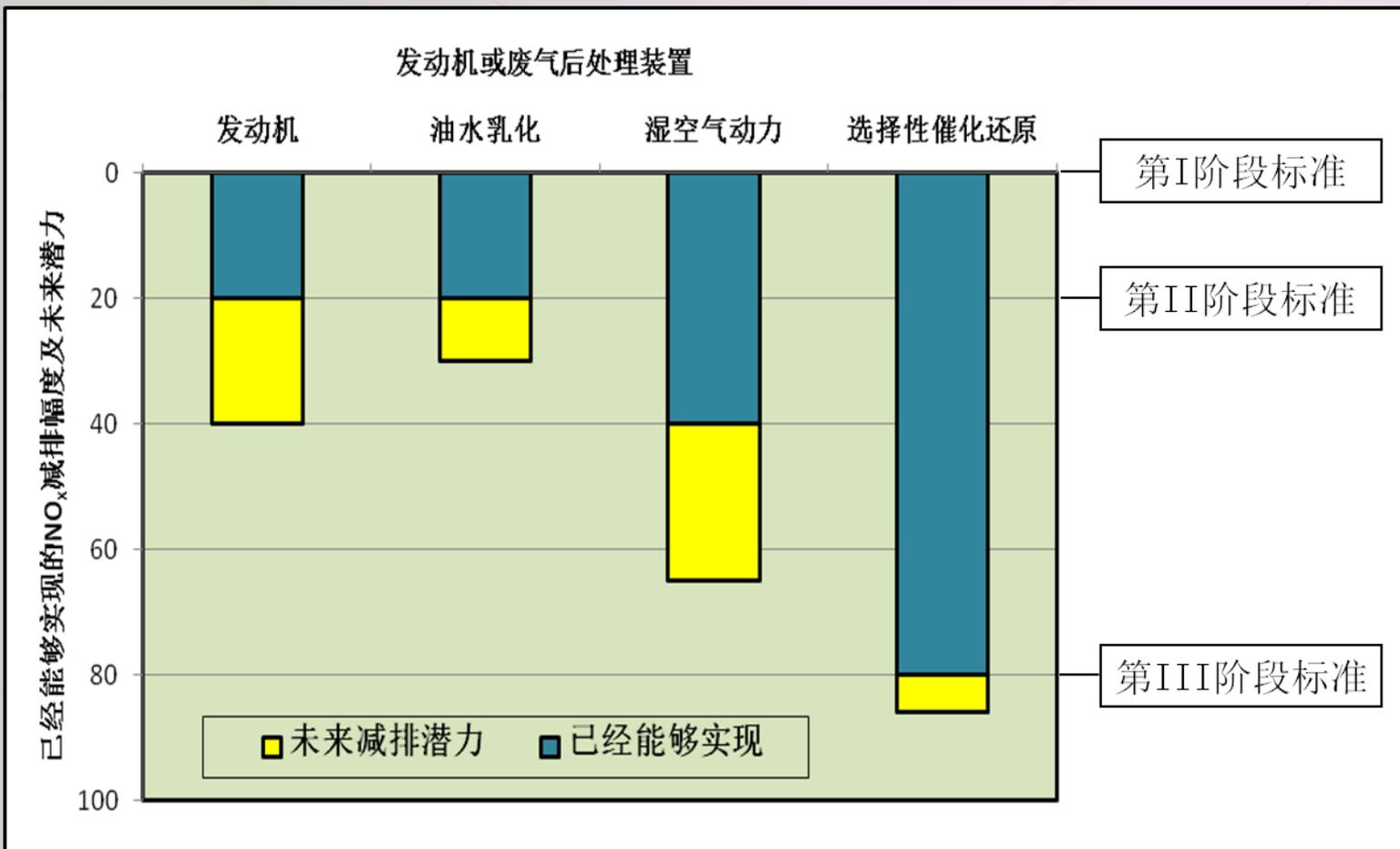
选择性催化还原SCR
油水乳化FWE
湿空气动力HAM
废气循环EGR

管理完善

氮氧化物排放控制区NECA
环保船舶指数ESI
挪威氮氧化物税（费）

操作改进

港区船舶减速航行



1 排放来源

2 治理路径

3 最佳实践

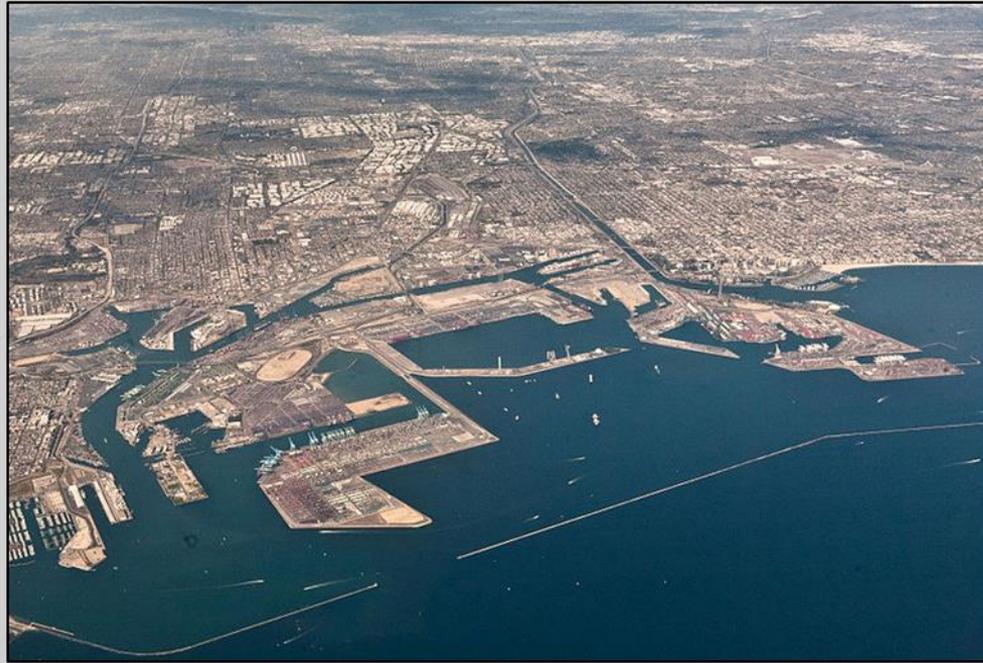
4 经验总结

实践

序号	路径类型	实践
1	运输结构调整	长滩港集装箱码头改造
2	运输结构调整	加州阿拉美达走廊
3	设备结构调整	洛杉矶港清洁卡车计划
4	设备结构调整	我国淘汰老旧船舶、推动船舶大型化
5	能源结构调整	加州靠港船舶使用岸电
6	能源结构调整	我国推动轮胎式集装箱门式起重机“油改电”
7	能源结构调整	加州主要港口港机用能转换
8	能源结构调整	我国全电力驱动自动化集装箱码头
9	管理完善	船舶排放控制区
10	操作改进	长滩港船舶减速航行

3.1 长滩港集装箱码头改造

动力：船舶大型化、环境保护、通过能力



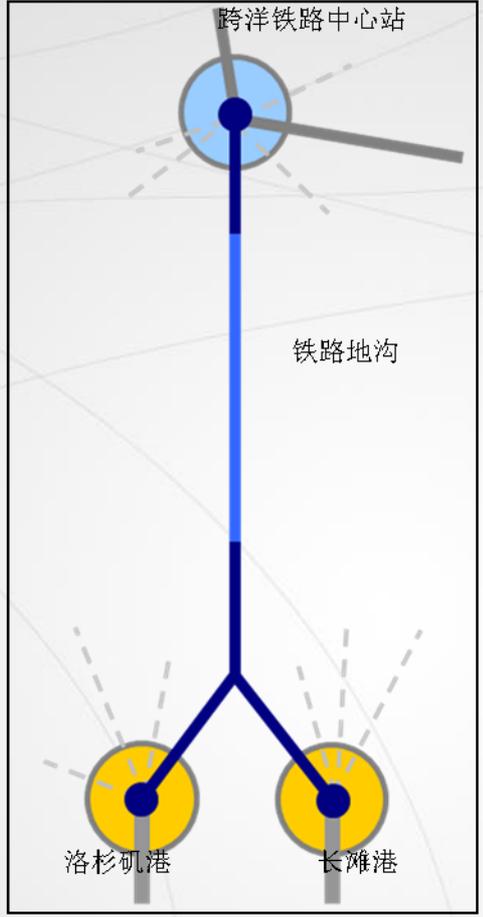
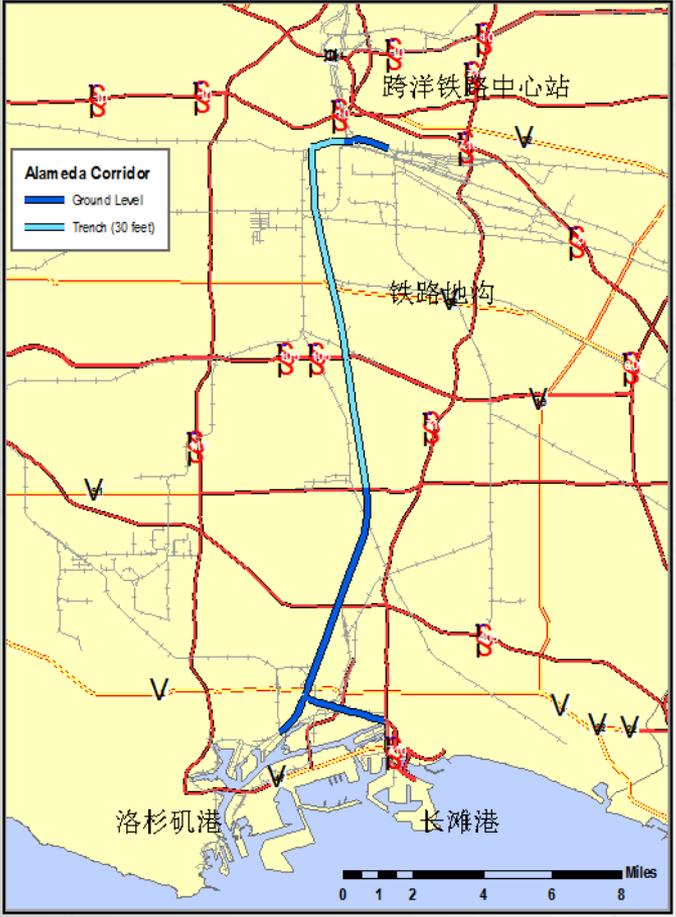
3.1 长滩港集装箱码头改造

动力：船舶大型化、环境保护、通过能力



- 满足船舶大型化的需要，适应经济社会发展对长滩港通过能力的需求；
- 在南加州创造大约14000个固定工作机会，9年建设期内年创造1000个建筑工作机会；
- 主要环保措施：①配置岸电供电设施；②除码头与火车装卸场转运车辆燃油外，全部电力驱动；③码头内建设火车装卸线，可将铁路集疏运的份额提高到至少35%（最高50%），每天减少1000辆集疏运卡车进港；④码头建筑物均满足LEED认证要求。

3.2 加州阿拉美达走廊



3.2 加州阿拉美达走廊

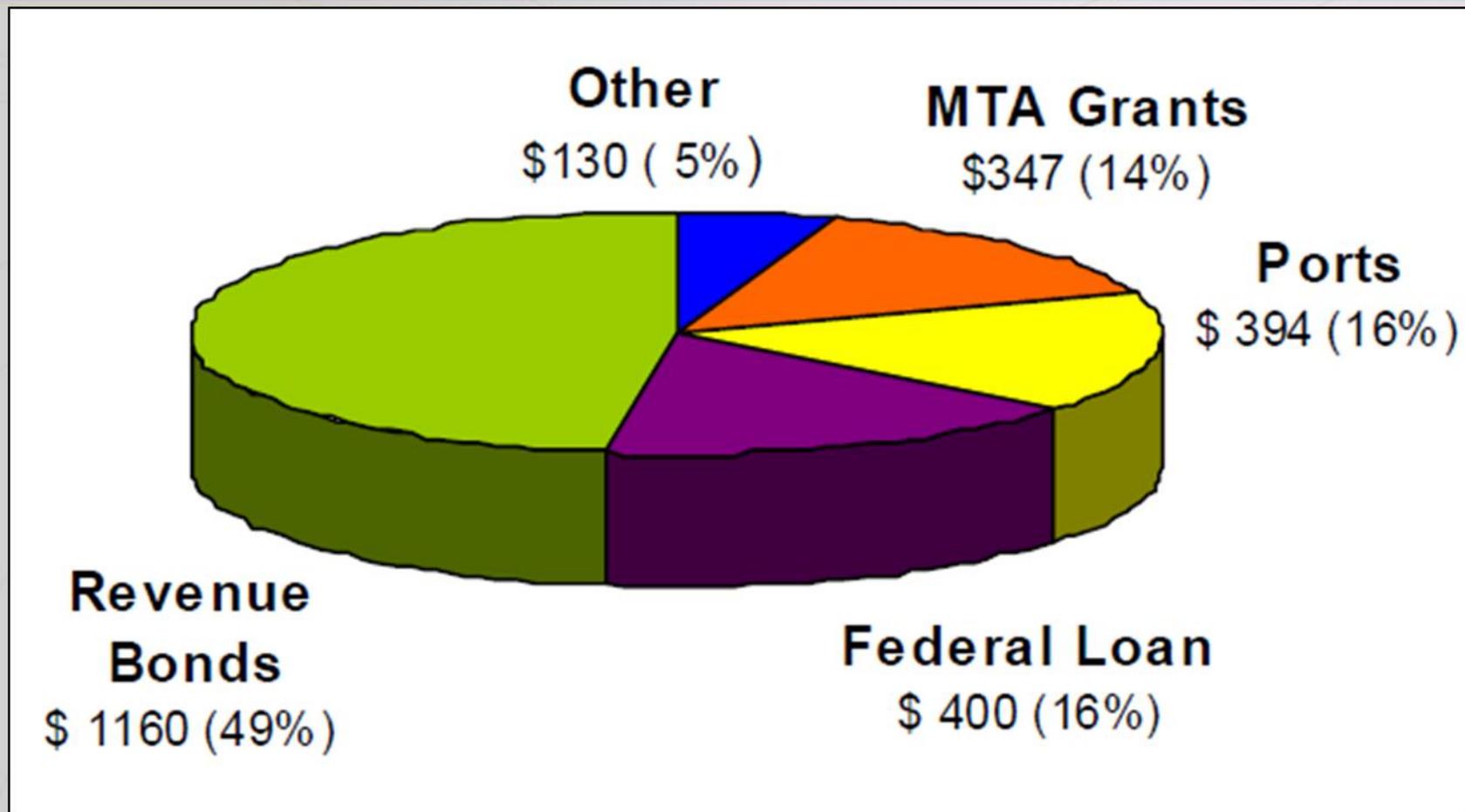


3.2 加州阿拉美达走廊



阿拉米达走廊减少了**54%**汽车和卡车的怠速排放、**90%**的火车噪音污染、**90%**铁路交叉口的延误和**90%**的火车噪音污染，避免了与城市道路交通的平面交叉，促进集疏方式由卡车向火车转移，有效解决了民众出行与港口火车集疏运相互干扰的矛盾，改善了港区及城市的空气质量。

3.2 加州阿拉美达走廊



3.3 洛杉矶港清洁卡车计划



CLEAN TRUCK PROGRAM

Ban Schedule

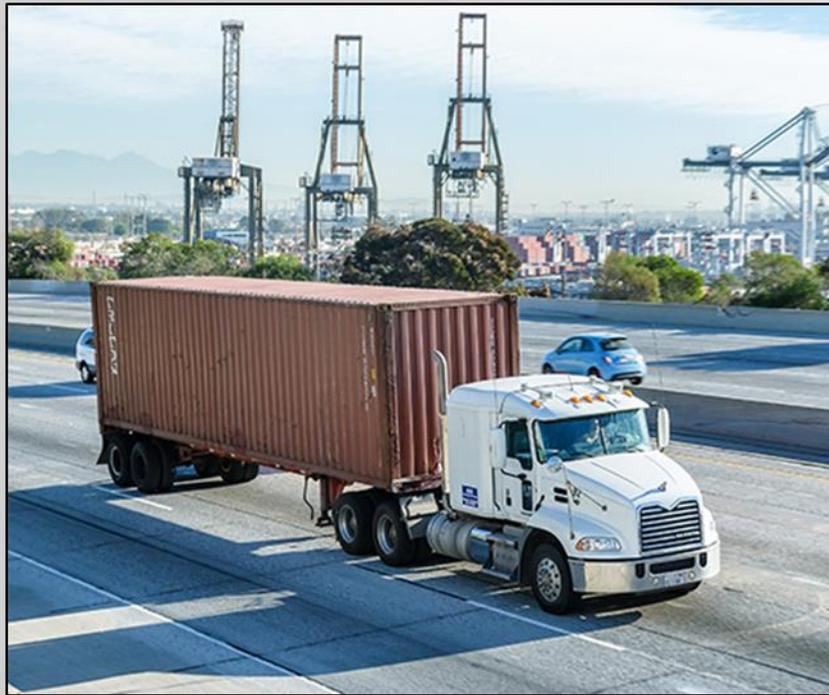
- October 1 2008: All pre-1989 trucks are banned from entering the Port
- January 1, 2010: 1989-1993 trucks are banned from entering the Port
- January 1, 2012: All trucks that do not meet the 2007 Federal Clean Truck Emissions Standards are banned from entering the Port
- October 1, 2018: All new trucks registering in the CTP must be model year 2014 or newer
- January 1, 2023: All pre-2010 trucks are banned from use in California per the California Air Resources Board Truck and Bus Regulation

3.3 洛杉矶港清洁卡车计划

2008年3月17日洛杉矶港发布的清洁卡车计划经济激励措施：

- 融资将只提供给特许权经营者，为购买2007年标准柴油和液化天然气卡车提供至多80%的赠款；
- 将提供低成本租赁选择；
- 符合2007年排放标准的翻新工程也将得到全额资助；
- 清洁卡车计划资助或租赁的卡车必须用作全职拖运车辆(平均每周至少6次)；
- 清洁卡车计划卡车必须符合清洁卡车计划规格，必须从清洁卡车计划授权的供应商购买。

3.3 洛杉矶港清洁卡车计划

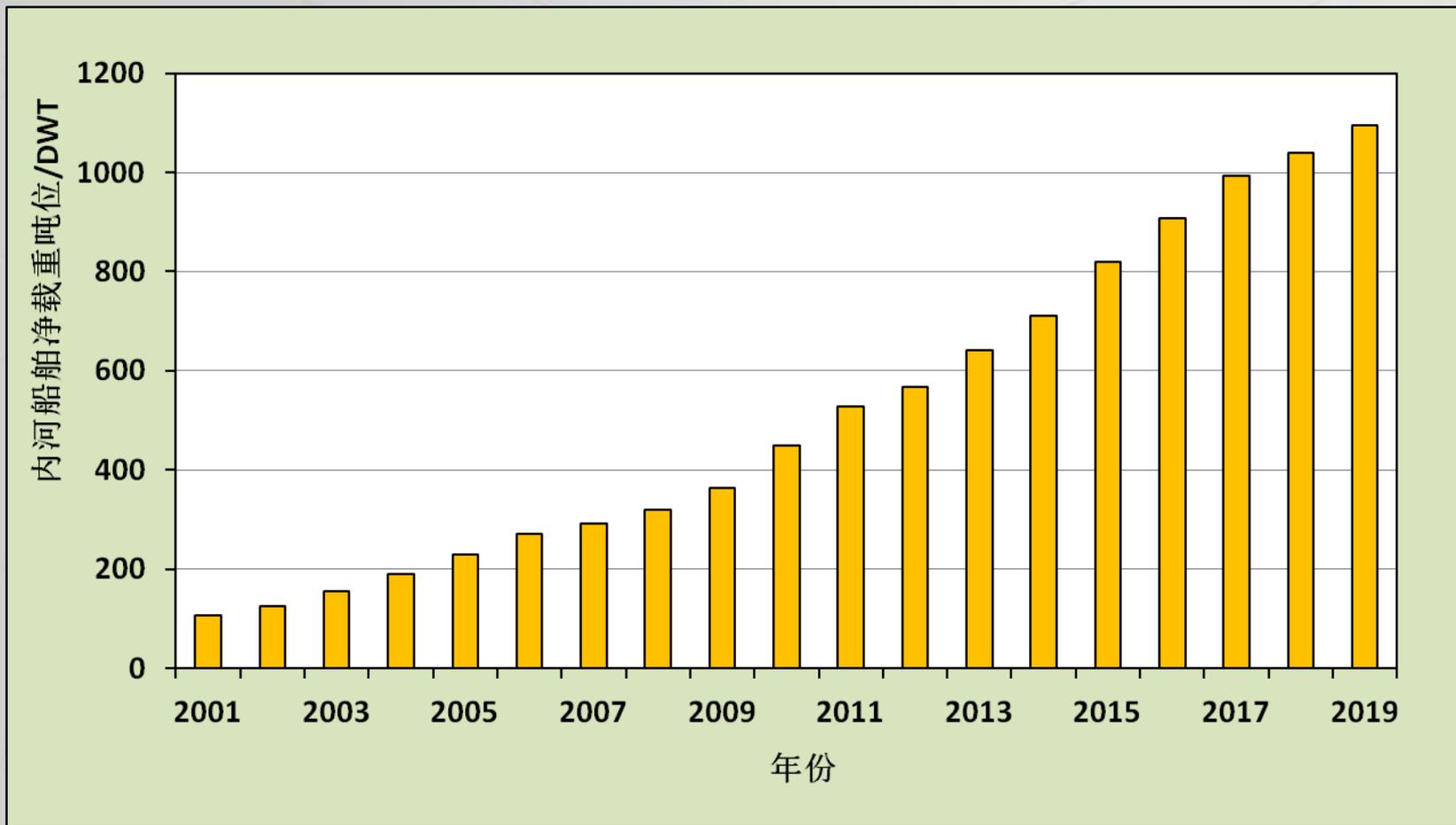


3.3 洛杉矶港清洁卡车计划

Renewable Natural Gas



3.4 我国淘汰老旧船舶、推动船舶大型化

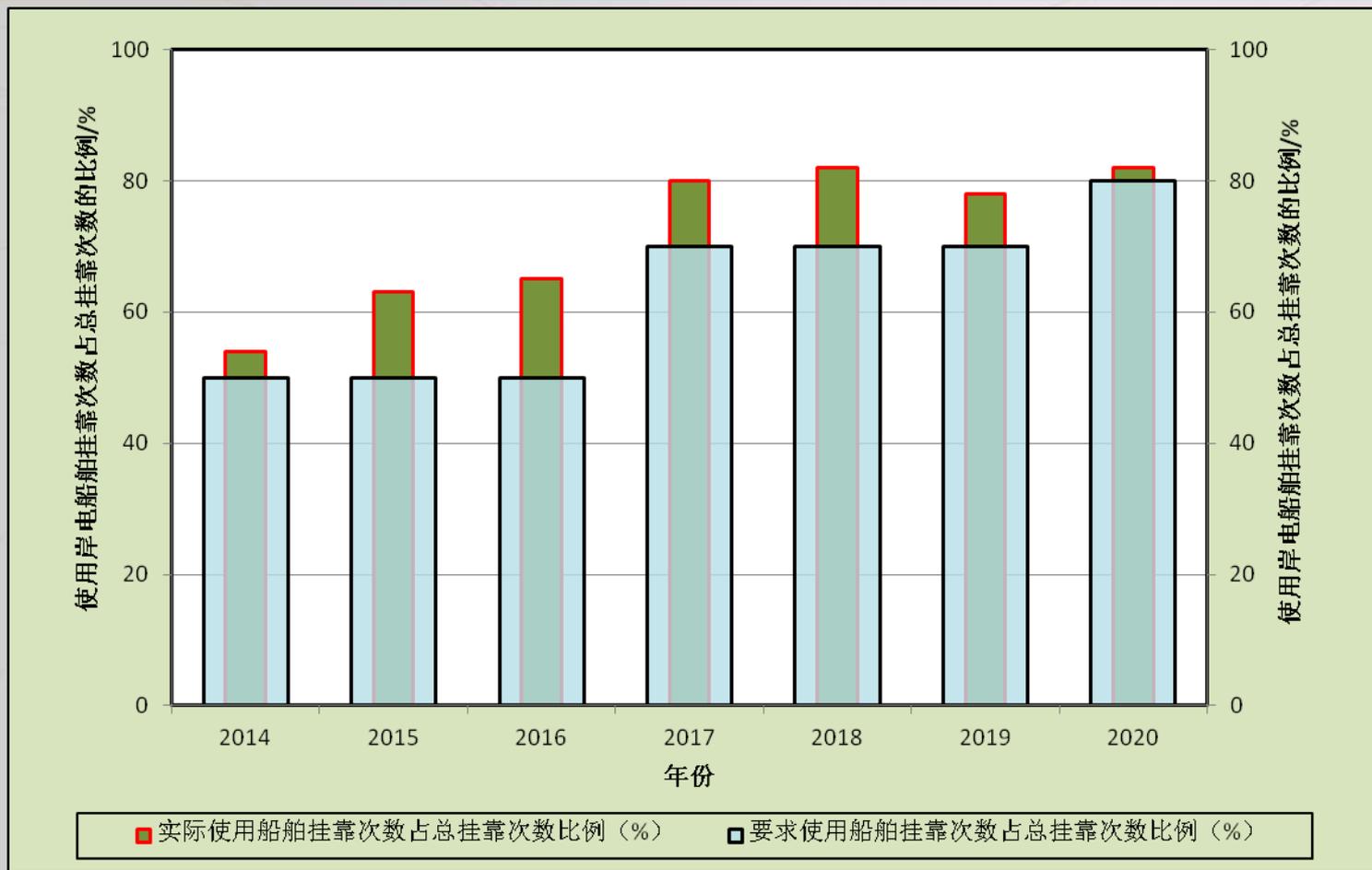


3.5 加州靠港船舶使用岸电



3.5 加州靠港船舶使用岸电

洛杉矶港：2014-2019年各年全年、2020年1-6月统计数据



3.5 加州靠港船舶使用岸电

洛杉矶港：2019年全年集装箱码头岸电应用



AMP Operator Summary Report 2019: January to December Vessel Type: Containership

03/16/20
09:23 AM

Operator	A	B或C	Calls	AMPed Pct
	AMPed Calls	AMPed Equiv Calls		
APL Ltd	59	19	99	79%
CMA CGM (America) LLC	57	16	88	83%
COSCON	40	2	48	88%
Evergreen Marine Corp	120	0	152	79%
Hapag- Lloyd AG	31	9	51	78%
Hyundai Merchant Marine Co Ltd	30	14	50	88%
Kawasaki Kisen Kaisha Ltd	2	0	2	100%
Maersk Line	65	2	78	86%
Mitsui Bulkship	2	0	2	100%
MSC Mediterranean Shipping Co	22	1	23	100%
Norddeutsche Reederei Schuldt	0	1	1	100%
Ocean Network Express	140	10	239	63%
Pacific International Lines	7	0	7	100%
Yang Ming Marine Transport	64	4	75	91%
Zim Integrated Shipping	4	0	4	100%
	643	78	919	78%

3.5 加州靠港船舶使用岸电



AMP Operator Summary Report 2020: January to June Vessel Type: Containership

08/03/20
02:27 PM

Operator	AMPed Calls	AMPed Equiv Calls	AMPed Calls	AMPed Pct
APL Ltd	28	9	39	95%
CMA CGM (America) LLC	25	18	49	88%
COSCON	13	2	16	94%
Evergreen Marine Corp	54	0	67	81%
Hapag- Lloyd AG	13	5	19	95%
Hyundai Merchant Marine Co Ltd	14	1	15	100%
Maersk Line	22	2	47	51%
MSC Mediterranean Shipping Co	11	0	11	100%
Ocean Network Express	68	7	99	76%
Pacific International Lines	0	0	1	0%
Yang Ming Marine Transport	28	4	29	110%
	276	48	392	83%

3.6 我国推动轮胎式集装箱门式起重机“油改电”



3.7 加州主要港口港机用能转换 (洛杉矶港2007年开始测试电动集卡)



Equipment	Electric	LNG	Propane	Gasoline	Diesel	Total
Forklift	8	0	356	7	115	486
Wharf crane	81	0	0	0	0	81
RTG crane	0	0	0	0	101	101
Side pick	0	0	0	0	15	15
Top handler	0	0	0	0	213	213
Yard tractor	0	17	178	0	789	984
Other	51	0	1	5	148	205
Total	140	17	535	12	1,381	2,085

Equipment Type	Tier 0	Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4i	Tier 4f	Unknown Tier	On-road Engine	Total Diesel Engines	Engine Type	Engine Tier	Energy Consumption kW-hr	Percent Total
Forklift	7	1	8	34	36	21	8	0	115	Diesel	Tier 0	632,270	0.3%
RTG crane	0	1	53	12	40	19	0	0	125	Diesel	Tier 1	1,952,107	0.8%
Side pick	0	2	0	1	0	9	3	0	15	Diesel	Tier 2	10,442,641	4.3%
Top handler	0	9	25	48	32	99	0	0	213	Diesel	Tier 3	20,733,689	8.5%
Yard tractor	4	0	0	0	0	45	0	740	789	Diesel	Tier 4i	31,333,925	12.9%
Other	5	9	11	28	15	25	2	13	108	Diesel	Tier 4f	57,315,391	23.6%
Straddle Carrier	0	0	0	0	17	23	0	0	40	Diesel	Onroad engines	99,199,890	40.9%
Total	16	22	97	123	140	241	13	753	1,405	Gasoline		359,148	0.1%
Percent	1%	2%	7%	9%	10%	17%	1%	54%		Propane		19,632,355	8.1%
										LNG		1,125,669	0.5%
										Total		242,727,087	

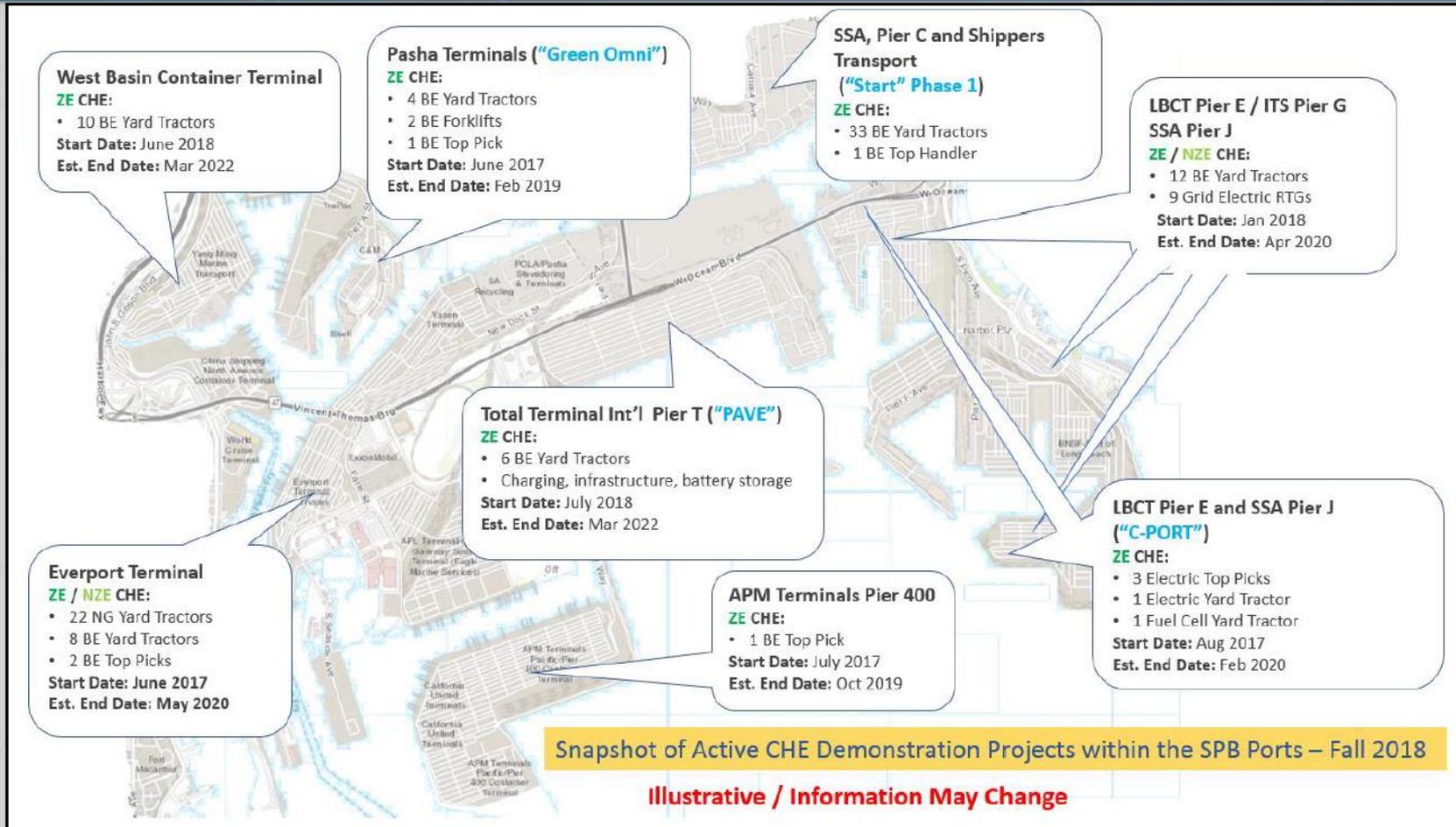
3.7 加州主要港口港机用能转换 (洛杉矶港2011年氢燃料电池卡车, 100万美元/台)



3.7 加州主要港口港机用能转换

洛杉矶港、长滩港
零排放、近零排放港机示范应用

BE: Battery Electric
ZE: Zero Emission
NZE: Near Zero Emission
NG: Natural Gas
CHE: Cargo Handling Equipment



West Basin Container Terminal
ZE CHE:
• 10 BE Yard Tractors
Start Date: June 2018
Est. End Date: Mar 2022

Pasha Terminals ("Green Omni")
ZE CHE:
• 4 BE Yard Tractors
• 2 BE Forklifts
• 1 BE Top Pick
Start Date: June 2017
Est. End Date: Feb 2019

SSA, Pier C and Shippers Transport ("Start" Phase 1)
ZE CHE:
• 33 BE Yard Tractors
• 1 BE Top Handler

**LBCT Pier E / ITS Pier G
SSA Pier J**
ZE / NZE CHE:
• 12 BE Yard Tractors
• 9 Grid Electric RTGs
Start Date: Jan 2018
Est. End Date: Apr 2020

Total Terminal Int'l Pier T ("PAVE")
ZE CHE:
• 6 BE Yard Tractors
• Charging, infrastructure, battery storage
Start Date: July 2018
Est. End Date: Mar 2022

Everport Terminal
ZE / NZE CHE:
• 22 NG Yard Tractors
• 8 BE Yard Tractors
• 2 BE Top Picks
Start Date: June 2017
Est. End Date: May 2020

APM Terminals Pier 400
ZE CHE:
• 1 BE Top Pick
Start Date: July 2017
Est. End Date: Oct 2019

LBCT Pier E and SSA Pier J ("C-PORT")
ZE CHE:
• 3 Electric Top Picks
• 1 Electric Yard Tractor
• 1 Fuel Cell Yard Tractor
Start Date: Aug 2017
Est. End Date: Feb 2020

Snapshot of Active CHE Demonstration Projects within the SPB Ports – Fall 2018

Illustrative / Information May Change

3.7 加州主要港口港机用能转换：WBCT示范项目

Project Summary

The Port of Los Angeles and its project partners (see below) will demonstrate an innovative charging system for zero emissions cargo handling equipment. The project is funded in part by a \$7.8 million grant from California Energy Commission's Alternative and Renewable Fuel Vehicle Technology Program and a \$1.8 million Targeted Air Shed grant from the South Coast Air Quality Management District. The Advanced Infrastructure Demonstration project expands on existing demonstrations of zero emission goods movement technologies by taking the next step toward implementation of a zero emission cargo pathway throughout an entire marine container terminal.



3.7 加州主要港口港机用能转换： Everport示范项目

2019年10月，重箱起重机



3.8 我国全电力驱动自动化集装箱码头



3.8 我国全电力驱动自动化集装箱码头



3.9 氮氧化物船舶排放控制区

波罗的海和北海排放控制区2021年始控制新造船和改装船氮氧化物
我国排放控制区沿海排放控制区海安水域2022年始控制新造船和改装船氮氧化物



控制污染物种类	排放控制区	正式实施时间
硫氧化物	波罗的海	2006年5月19日
	北海	2007年11月22日
硫氧化物、氮氧化物和颗粒物	北美	2012年8月1日
	美国加勒比海	2014年1月1日

3.10 长滩港船舶减速航行



2/26/2020 5:09 PM



Green Flag Incentive Program
Operator Compliance Monthly Report
 Port of Long Beach 1/1/2019 - 12/31/2019

Operator	Tier 1 - 20nm				Tier 2 - 40nm			
	Compliant Legs	Non Compliant Legs	Total Legs	Compliance %	Compliant Legs	Non Compliant Legs	Total Legs	Compliance %
Wan Hai Lines	44	0	44	100.00%	44	0	44	100.00%
Western Bulk AS	12	0	12	100.00%	12	0	12	100.00%
Wisdom Marine Lines SA	2	0	2	100.00%	2	0	2	100.00%
Womar Logistics Pte Ltd.	2	0	2	100.00%	2	0	2	100.00%
Yang Ming Marine Transport	6	0	6	100.00%	6	0	6	100.00%
ZEABORN Ship Management	4	0	4	100.00%	4	0	4	100.00%
Zeamarine	6	0	6	100.00%	6	0	6	100.00%
Total:	4057	96	4153	97.69%	3859	294	4153	92.92%

1 排放来源

2 治理路径

3 最佳实践

4 经验总结

港口移动源排放治理经验

- ① 治理来自船舶的排放是关键；
- ② 结构调整措施最有成效；
- ③ 电气化是方向；
- ④ 政府财政支持技术发展是必要的；
- ⑤ 企业只应用具有经济性的成熟技术；
- ⑥ 强制得当或激励到位。

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