

第六期

# 迈向绿色货运

——绿色货运发展的机遇与挑战

时间：2024年9月19日，周四

地点：北京，中国



**牛天林 | ICCT 高级研究员**  
《迈向绿色货运》



**邓涵 | ITDP 新型交通项目主管**  
《绿色货运的路径探索：全球零碳货运走廊的战略与实施》

# 迈向绿色货运

## Toward Greener Freight

牛天林

高级研究员，国际清洁交通委员会（ICCT）

Sep 19<sup>th</sup>, 2024

# 关于货运



# 什么是货运



# 关注货运排放

- 全球货运系统每年承运货物属数十亿吨货物，是全球贸易的重要引擎
- 货运交通排放（2018年）约占全球碳排放量的10%，占交通部门排放30%左右

## Global CO<sub>2</sub> emissions from transport

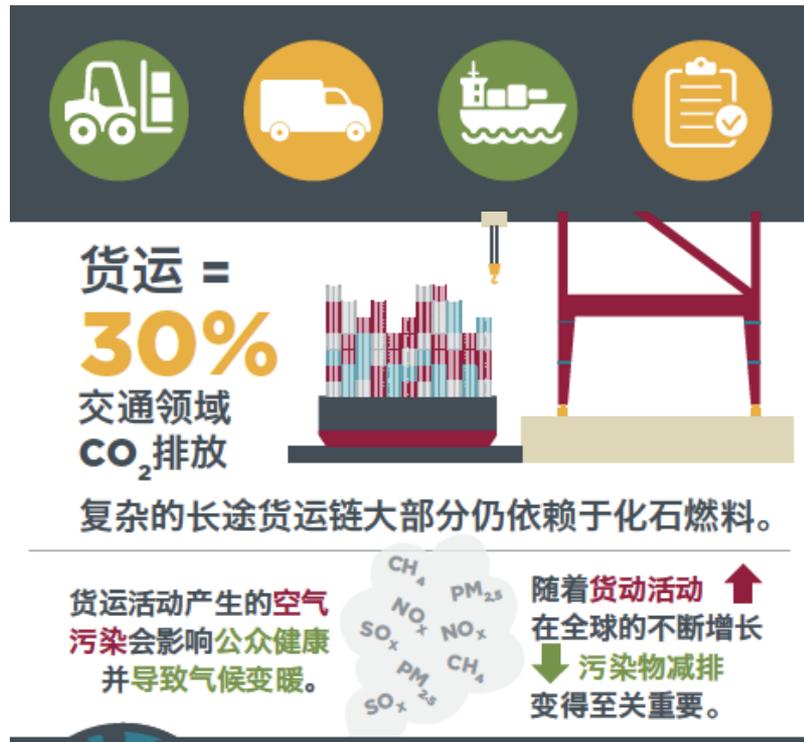
This is based on global transport emissions in 2018, which totalled 8 billion tonnes CO<sub>2</sub>. Transport accounts for 24% of CO<sub>2</sub> emissions from energy.

Our World in Data

74.5% of transport emissions come from road vehicles



OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.  
Data Source: Our World in Data based on International Energy Agency (IEA) and the International Council on Clean Transportation (ICCT). Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.



# ICCT绿色货运研究

货运系统



清洁 & 高效  
货物流



清洁 & 高效  
货运模式



清洁 & 高效  
货运设备

研究支撑

- 货运统计、货物流调查，量化货运活动水平，识别货运网络廊道
- 典型货品供应链优化方案，货运节点部署、运输方式选择、减排效益核算等
- 货主企业供应减排链承诺，货运方清洁运输

- 不同货运模式现状分析、政策法规分析，运输结构调整研究
- 开发模型工具，统一货运排放核算标准，衡量货运体系的排放基准
- 为货主或运输企业提供节能减排技术、多式联运发展等案例经验

- 强制性车辆、机车、船舶、飞机等运输载具的排放标准与能耗标准
- 零排放（电动化）发展目标
- 行业清洁运输、新能源运输占比要求（钢铁、水泥、焦化）
- 绿色货运廊道、站点基础设施建设

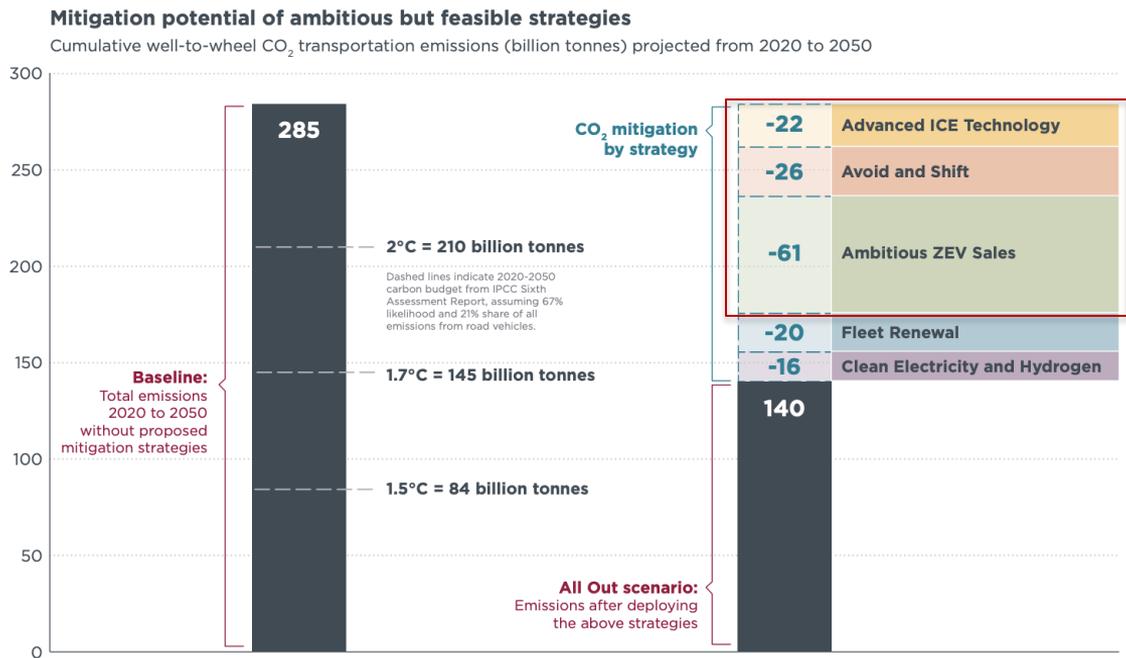
挑战

运输、转运效率待提升  
空驶里程过多  
运输能力限制  
...

散货运输占比较大  
公路货运占比较大  
...

发动机车老旧、高排放情况  
电动化进程刚刚起步  
设施设备利用率低  
...

# 绿色货运转型是应对全球气候变化的重要战略



**Figure ES-2.** Cumulative well-to-wheel CO<sub>2</sub> emissions in the Baseline and All Out scenarios and relative mitigation potential of each strategy, with reference lines for vehicle carbon budgets through 2050 compatible with 1.5°C, 1.7°C, and 2°C targets. Data labels are rounded to the nearest Gt.

# 货运结构调整 Freight Modal Shift

- 通过优化和调整各种运输方式的比例和构成，以提高运输效率、降低物流成本、促进节能减排，从而更好地适应和促进经济社会发展的一种策略。
- 涉及到公路、铁路、水路、航空等多种运输方式的协调发展，旨在构建一个高效、环保、经济的综合货运体系

1艘标准干货驳船



1艘标准液货驳船



# 货运模式对比 (Inland freight)

	燃油经济性 <sup>1</sup>	NO <sub>x</sub> 排放 <sup>2</sup>	CO <sub>2</sub> 排放 <sup>3</sup>	200km 货运 <sup>4</sup>	1000km 货运 <sup>4</sup>
	576 吨英里/ 加仑燃料	0.47 g/吨英里	33 g/吨公里	€0.03 /吨公里	€0.02 /吨公里
	413 吨英里/ 加仑燃料	0.65 g/吨英里	413 g/吨公里	€0.16/吨公里	€0.07/吨公里
	155 吨英里/ 加仑燃料	0.73 g/吨英里	155 g/吨公里	€0.14/吨公里	€0.09/吨公里

Sources:  
1. USDOT: <https://www.maritime.dot.gov/sites/marad.dot.gov/files/docs/resources/3711/waterworksrev.pdf>  
2. MOBILE6 Vehicle Emission Modeling Software, United States Environmental Protection Agency, <https://archive.epa.gov/otaq/models/m6.html>  
3. European Court of Auditors, Intermodal Freight Transport: EU Still Far from Getting Freight off the Road (August 2023), <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/intermodal-freighttransport-08-2023/en/>.  
4. PLANCO Consulting GmbH, Economical and Ecological Comparison of Transport Modes: Road, Railways and Inland Waterways (2007), [https://www.eca.europa.eu/lists/ecadocuments/sr15\\_01/sr15\\_01\\_en.pdf](https://www.eca.europa.eu/lists/ecadocuments/sr15_01/sr15_01_en.pdf).

# 什么是多式联运

**多模式运输 (Multi-modal Transportation):** “一单制”，由同一承运人运输货物，至少包含两种货运模式；

**多式联输 (Intermodal Transportation):** “一单”或“多单制”，货物必须使用同一联运载体（如集装箱）由两种以上货运模式运输。货物

- Malcolm McLean被认为是多式联运模式创始人，在1956年发面的多式联运集装箱
- 《联合国国际多式联运公约》（1980年）：“国际多式联运”是指按照多式联运合同，以至少两种不同的运输方式，由多式联运经营人将货物从一国境内接管货物的地点运至另一国境内指定交付货物的地点。为履行单一方式运输合同而进行的该合同所规定的货物接交业务，不应视为国际多式联运。
- 我国，根据《交通运输部等十八个部门关于进一步鼓励开展多式联运工作的通知》（2017年）：多式联运是依托两种及以上运输方式有效衔接，提供全程一体化组织的货物运输服务，具有产业链条长、资源利用率高、综合效益好等特点，对推动物流业降本增效和交通运输绿色低碳发展，完善现代综合交通运输体系具有积极意义。



# 迈向绿色货运

政府和行业企业的角色 <sup>a</sup>			物流	运输模式	运输设备	政府和行业企业的角色 <sup>a</sup>			物流	运输模式	运输设备
政府部门的作用	管理法规	空气质量标准			●	行业企业的作用	货运整合	●			
		燃油质量标准和强制使用低碳燃料			●		物流网络优化	●	●		
		新生产运输设备的能效和排放管理法规			●		装载优化	●			
		车队更新计划 <sup>b</sup>			●		路线规划	●			
		卡车尺寸和重量管理	●				装载匹配	●			
		低排放区和排放控制区			●		选择更加节能高效的运输模式		●		
		货运用地管理法规	●				优先选择更清洁高效的承运商			●	
		货运设备分时间/地区限行	●				驾驶行为管理			●	
		研发	●	●	●		碳/排放统计和报告	●	●	●	
	市场机制	绿色货运项目 <sup>c</sup>	●	●	●	a. 社会民众在支持政府和行业企业研究和实施这些策略措施和政策的过程中也发挥了重要作用。					
		基础设施投资		●		b. 这项措施也可以被划归到财税手段范畴。					
	财税手段	燃油和车辆税	●	●	●	c. 这项措施也可以被划归到行业企业作用范畴。					
		征收拥堵费	●	●	●						
		为新技术提供资金支持			●						

# 基于中美货运体系对比探讨 双碳背景下我国绿色货运发展的机遇与挑战



# 我国自蓝天保卫战和柴油车攻坚战起逐步重视货运行业绿色发展

发文单位	文件名称	日期
国务院	《关于全面加强生态环境保护 坚决打好污染防治攻坚战的意见》	2018年6月
	《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》	2018年7月
	《关于印发<柴油货车污染治理攻坚战行动计划>的通知》	2018年12月
	《国务院办公厅关于印发推进运输结构调整三年行动计划（2018—2020年）的通知》	2018年9月
	《中共中央 国务院关于印发<交通强国建设纲要>的通知》	2019年9月
	《国务院关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》（国发〔2021〕4号）	2021年2月
中央部委	《交通运输部等九部门贯彻落实国务院办公厅<推进运输结构调整三年行动计划（2018—2020年）>的通知》（交运发〔2018〕142号）	2018年10月
	《国家发展改革委 市场监管总局关于进一步清理规范铁路货物运输相关收费的通知》（发改价格〔2018〕1959号）	2018年12月
	《加快推进铁路专用线建设的指导意见》（发改基础〔2019〕1445号）	2019年9月
	《关于推进实施超低排放的意见》（环大气〔2019〕35号）	2019年4月
	《关于推进机制砂石行业高质量发展的若干意见》（工信部联原〔2019〕239号）	2019年11月
	《深入打好重污染天气消除、臭氧污染防治和柴油货车污染治理攻坚战行动方案》（环大气〔2022〕68号）	2022年11月
地方人民政府	各省（自治区、直辖市）推进运输结构调整实施方案	
国家铁路集团	《铁路货运增量行动方案（2018-2020年）》（铁总货〔2018〕104号）	2018年7月
重点企业	运输结构调整实施方案	

# 货运结构调整和多式联运发展是支持国家规划发展目标的重要内容



《推进运输结构调整三年行动计划》(2018-2020)：  
优化货物运输结构、铁水承担的大宗货物运输量显著提高



《内河航运发展纲要》：  
到2035年基本完成、2050年全面完成现代化内河航运体系。发展经济高效的多式联运  
2035年内河货物周转量占全社会比重达9%；主要港口重点港区基本实现铁路进港



《水运“十四五”发展规划》  
水运需求在高基数上保持中低速增长，2025年水路货运量达到85亿吨，年均增长2%-3%；港口货物吞吐量164亿吨；集装箱铁水联运年均增长15%；

THE INTERNATIONAL COUNCIL ON CLEAN TRANSPORTATION



《推进多式联运发展优化调整运输结构工作方案》(2021-2025)：  
推动大宗货物“公转铁”，“公转水”，鼓励“散改集”，推进铁水联运、江海联运发展到2025年，全国铁路和水路货运量比2020年分别增长10%和12%左右，集装箱铁水联运量年均增长15%以上



《深入打好重污染天气消除、臭氧污染防治和柴油货车污染治理攻坚战行动方案》  
构建绿色交通运输体系，加快推进“公转铁”和“公转水”，提高机动车船的绿色低碳水平。  
持续提升铁路货运能力，加快铁路专用线建设，提高铁路水路货运量。



《全面推进美丽中国建设的意见》：  
大力推进“公转铁”、“公转水”，加快铁路专用线建设，提升大宗货物清洁化运输水平。港口集装箱铁水联运量保持较快增长。  
到2035年，铁路货运周转量占总周转量比例达到25%左右。



《绿色交通“十四五”发展规划》  
持续优化调整运输结构。加快推进港口集疏运铁路、物流园区及大型工矿企业铁路专用线建设，推动大宗货物及中长距离货物运输“公转铁”“公转水”。  
提高运输组织效率。深入推进多式联运发展，推进综合货运枢纽建设，推动铁水、公铁、公水、空陆等联运发展。  
提高多式联运占比。推进多式联运示范工程建设。探索推广应用集装箱模块化汽车列车运输

# 中国货运发展

- 公路运输在货运量和周转量方面均是我国主导的货运模式，水路为第二位
- 中国所有运输模式的货运周转量在最近几十年中都呈现出迅速增长态势，公路增长了200多倍
- 高附加值产品的生产以及对石油产品的需求增长也促使了航空运输和管道运输的发展
- 2018年，中国的货运总量为510亿吨，货运周转量超过15万亿吨-公里

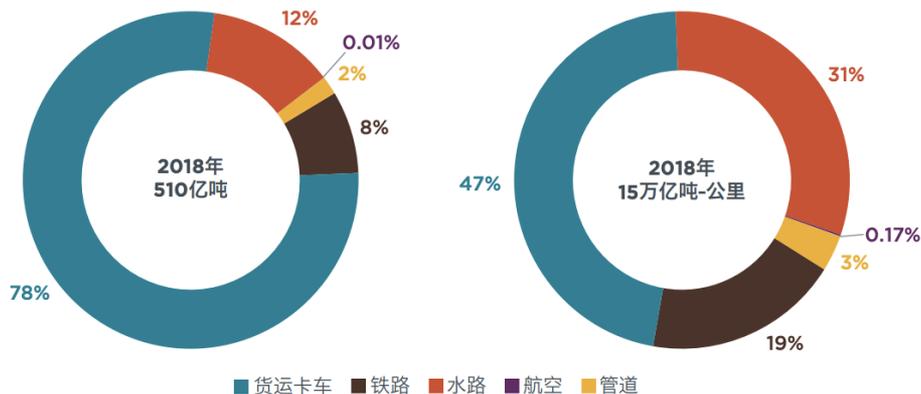
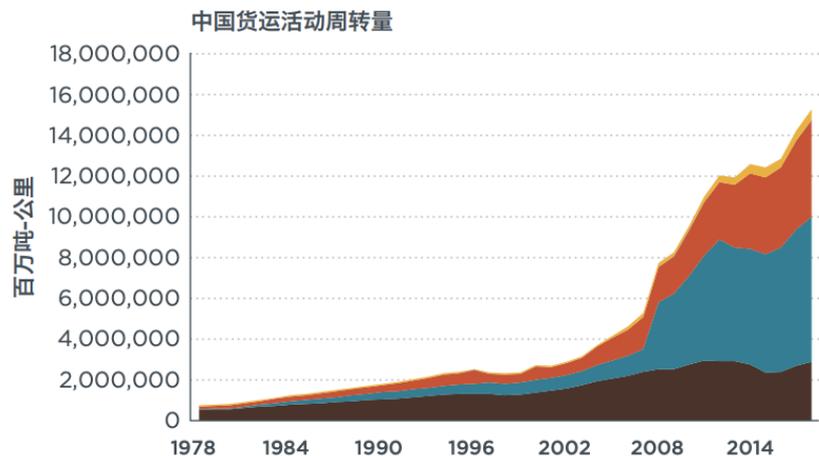


图 13. 2018年中国按运输模式划分的货运重量和运输周转量（吨-公里）。

数据来源：国家统计局（2019年）

# 中国货运特征

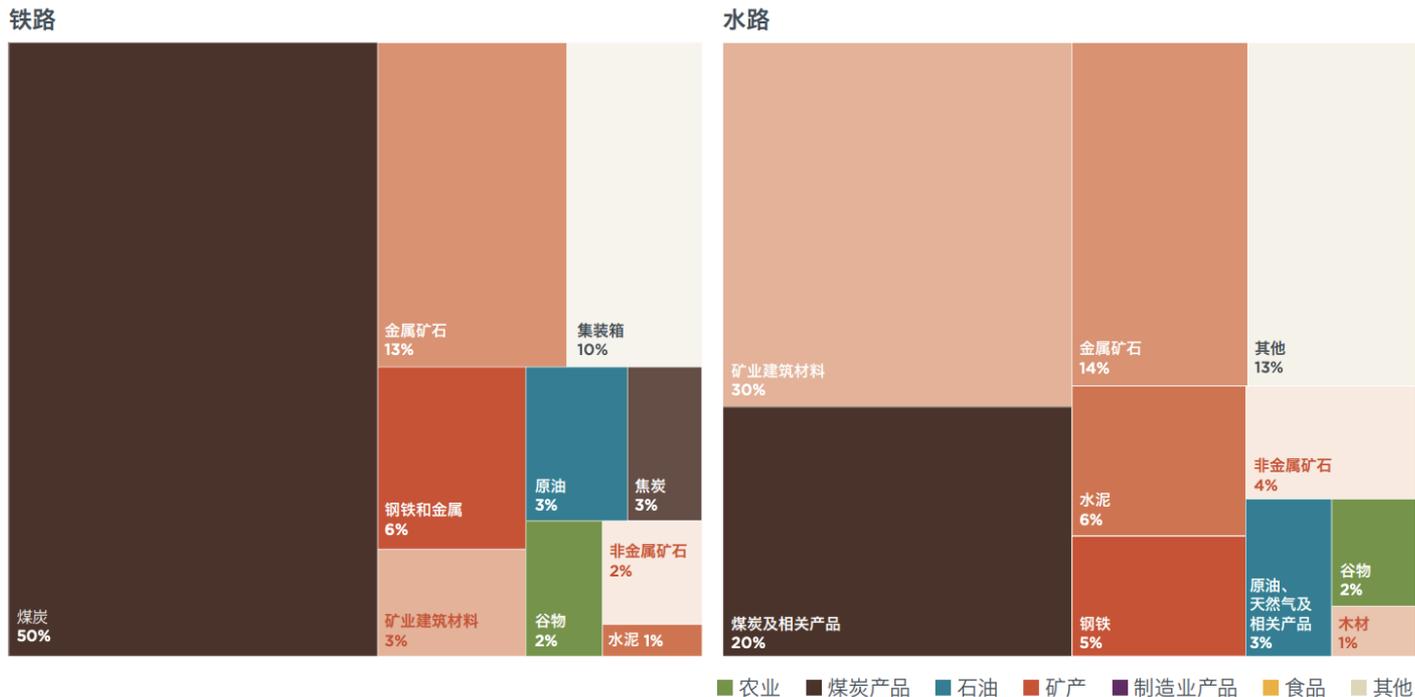


图 14. 2018年中国各类运输模式运载的前十类货品。

数据来源：国家统计局（2019年）

\*浅色系图块指各货品分类中的进一步细化商品

\*\*由于缺少具体的货运信息，水路运输的前十类货品是通过内陆港口吞吐量数据来计算的。

从长远来看中国将从煤炭逐步向清洁能源转型的潜力，中国未来将比现在需要运输更多小型化、高时效、高附加值的产品，以替代重型化、大宗化的货物。

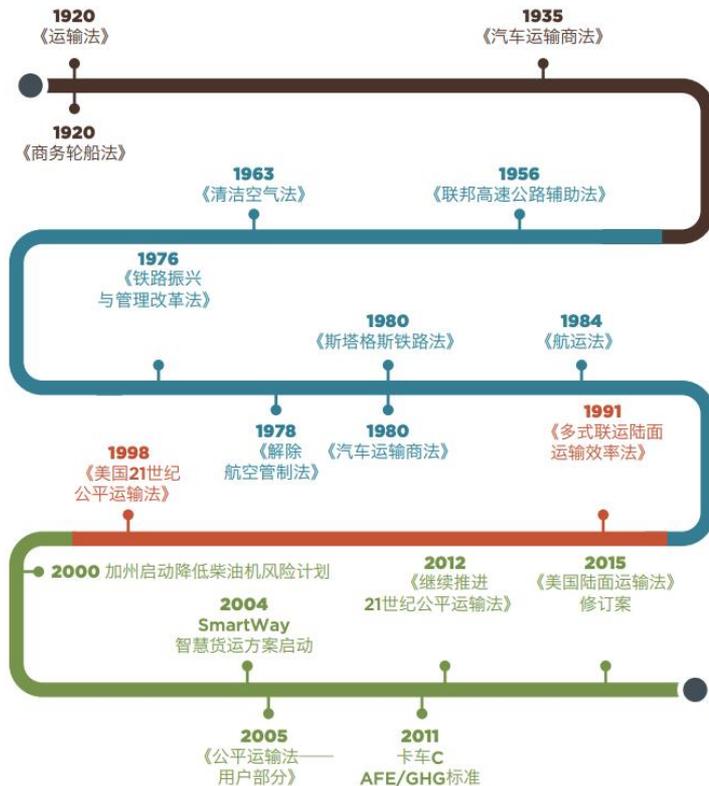
# 美国货运凌云的发展战略和政策措施展

## -1920-1940年代：管理与模式

- 政府通过强有力的管理法规将主要运输模式（铁路、货运卡车和船舶）都转化为准公有化模式
- 联邦政府对各种运输模式采取独立管控，防止一家企业同时涉足经营多种运输模式
- 州商务委员会有权对各种运输模式的价格和运营实施管理
- 第一次世界大战以后，卡车数量快速增长，卡车货运行业呈现出极为分散的状态

## 1990年代：加强多式联运和基础设施建设

- 《多式联运陆面效率法》及后续法规的成功出台加强了多种运输模式之间的无缝衔接，并为基础设施建设提供资金



## 1950-1980年代：解除管制和多式联运兴起

- 集装箱投入应用并广受青睐，促进了多式联运模式的兴起
- 从铁路领域开始逐步放宽了对所有运输模式的限制，推动货运行业迈向市场化
- 自60年代出台《清洁空气法》后，美国环保局和加州开始对柴油车排放实施管控，以期削减货运行业持续增长的污染物排放和健康影响

## 2000年以后：迈向更加绿色高效的货运模式

- 多项法案持续出台，明确基础设施建设的重要性，并确保为提升货运效率提供长期资金支持
- 美国交通部和环保局联合出台了重型卡车燃油经济性和GHG排放标准

# 美国货运发展

- 公路运输在货运量和周转量方面均是主导的货运模式，
- 美国的货运活动（按吨-公里计）在过去四十年中大幅增长，只有在经济衰退时期出现了一段时间的下降
- 公路和铁路运输稳定发展的的发展，水路货运量有所下降，航空整体周转量较小但增长迅猛
- 2018年，美国的货运总量为190亿吨，货运周转量超过8.4万亿吨-公里，总货值18万亿美元

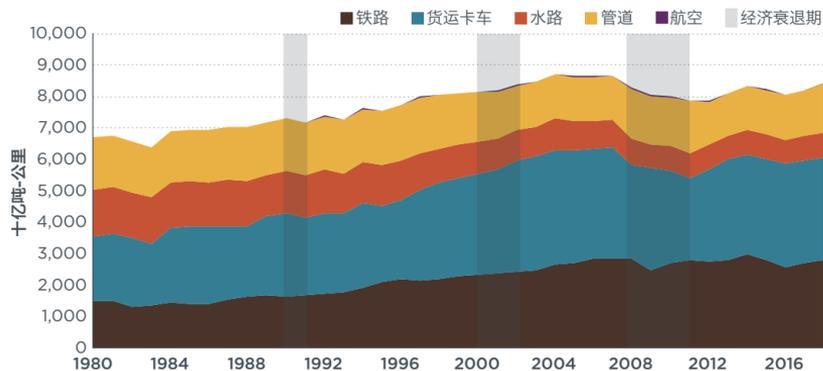


图 6. 1980-2018年美国按运输模式划分的货运周转量和经济衰退周期（由灰色柱状图标识）。

数据来源：美国交通运输部（日期未标注）

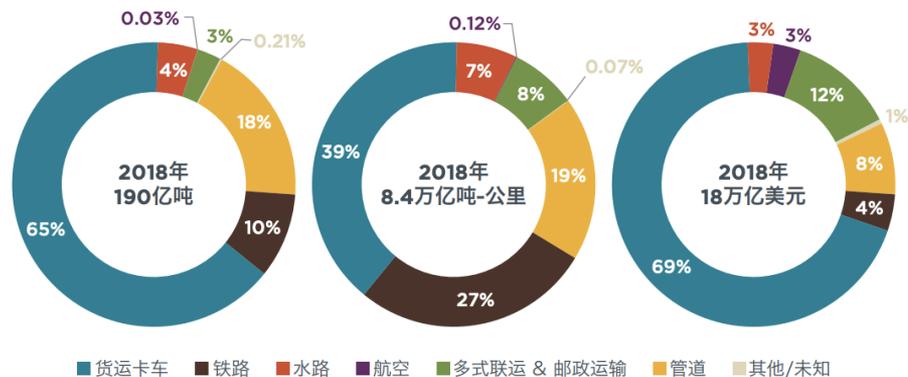
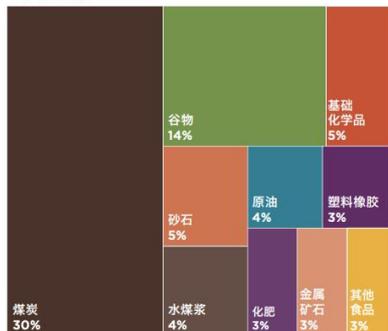


图 1. 2018年美国各类运输模式所承载的运输重量、运输周转量和货物价值。

数据来源：美国橡树岭国家实验室（2021年）

# 美国货运特征

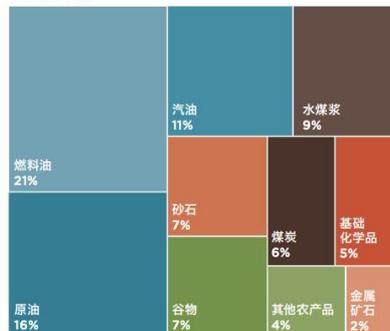
铁路运输



公路运输



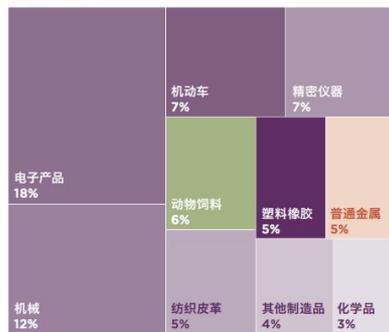
水路运输



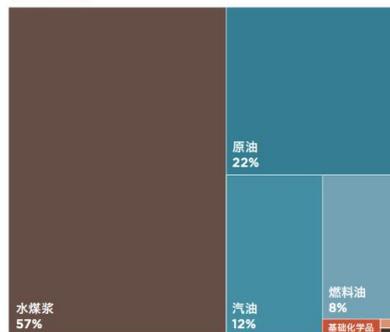
多式联运



航空运输



管道运输



■ 农业 ■ 煤炭产品 ■ 石油 ■ 矿产 ■ 制造业产品 ■ 食品 ■ 其他

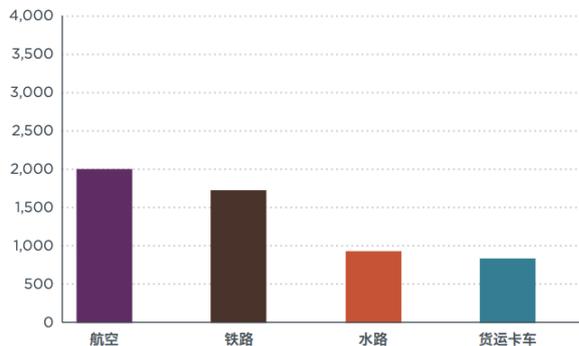
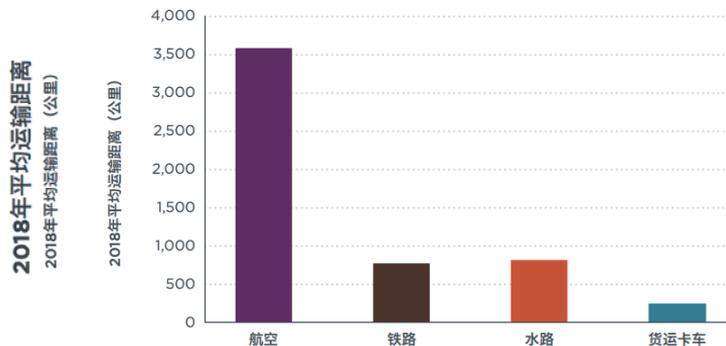
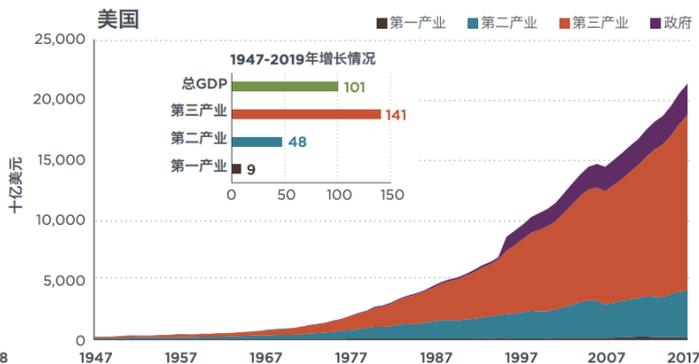
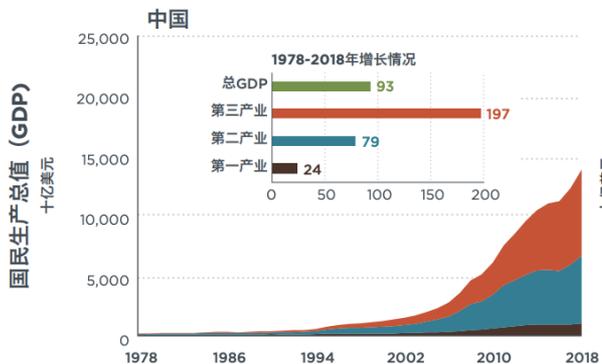
- 公路货运商品多样化
- 铁路和水路主要运送大宗货物，货值较低；航空主要承运高附加值货物
- 多式联运几乎涵盖了所有种类的货品，从大宗货品到制造业产品均是多式联运所运输的常见货品。但很明显，附加值较高的产品和较长距离的运输活动会更倾向于采用多式联运。

图 2. 2018年美国各类运输模式所运载的前十类货品。

数据来源: 美国橡树岭国家实验室 (2021年)

浅色系图块指各货品分类 (右边深色系图块) 中的进一步细化商品

# 中、美货运特征对比



数据来源: 国家统计局 (2019年)

数据来源: 美国橡树岭国家实验室 (2021年)

- 两国的货运活动增长和服务型经济产业的发展密切相关; 第三产业更倾向于公路、航空和多式联运等灵活性高、实效性好的运输方式
- 美国的铁路和火车的平均高于我国, 可能是由于美国的“最后一英里运输”需求、货品类型、和多式联运发展等众多因素导致的
- 美国铁路在多式联运中处于主导地位, 其运输距离也在不断增长。水路运输主要用于承运大宗散货, 其平均运距基本维持在稳定水平。

# 典型货品运输特征

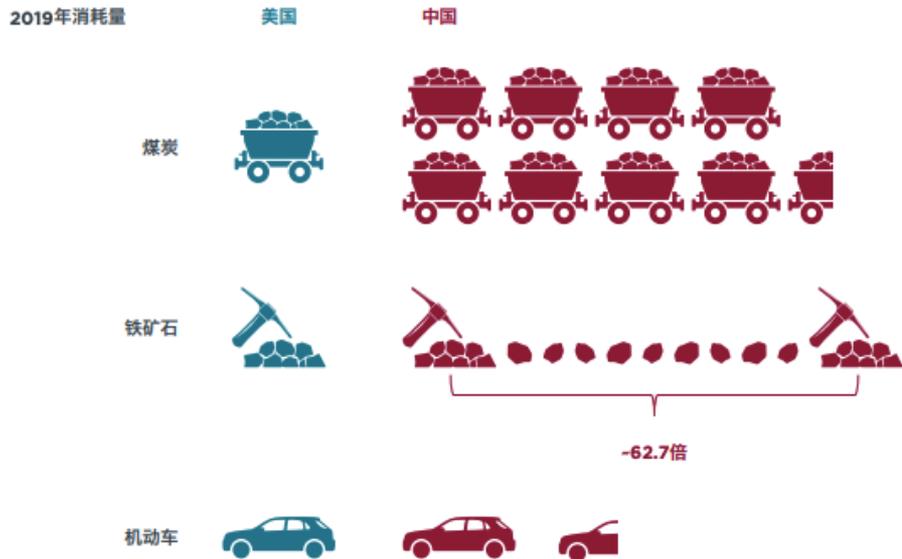
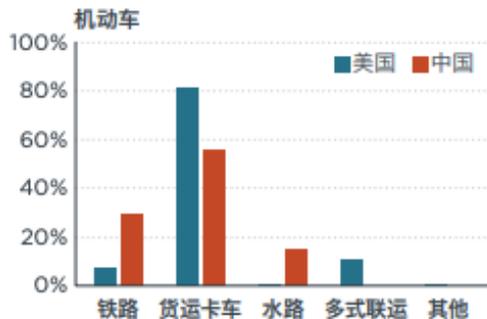
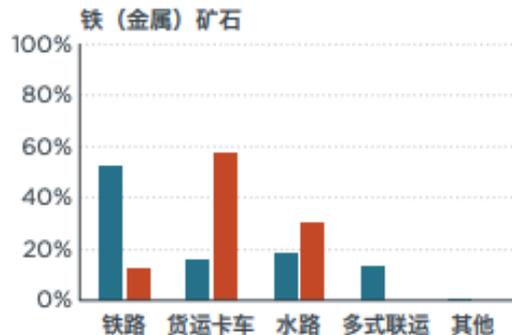
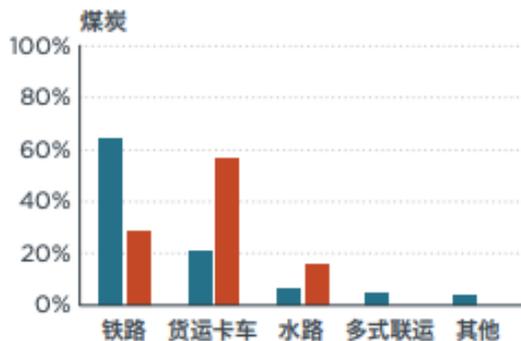


图 51. 2019年中美三种选定商品的运输量需求对比



# 美国货运分析平台 - FAF



Sources:

[https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/01/China-US-freight\\_final.pdf](https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/01/China-US-freight_final.pdf)

[https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/2020-09/NFSP\\_fullplan\\_508.pdf](https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/2020-09/NFSP_fullplan_508.pdf)

# 美国商品车货运流量流向特征

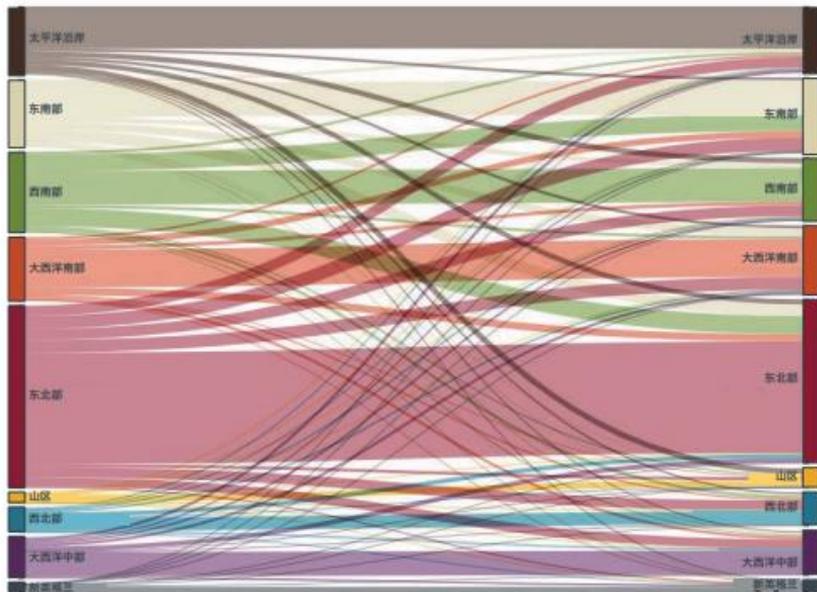


图 38. 按地区和重量划分的商品车运输情况, 2018年。



- 太平洋沿岸
- 山区
- 西北部
- 西南部
- 东南部
- 大西洋中部
- 大西洋南部
- 新英格兰

## 2017年商品车公路货运流

Estimated Average FAF Daily Volumes for Trucks Carrying Motorized and Other Vehicles Commodities on National Highway System 2017



# 欧盟交通可持续发展简述

- 自欧共体成立后，欧洲就开始逐对交通部门的发展建设的制定战略，交通活动水平和排放清单的统计在期中扮演重要角色。

**2001** – the Commission put in place a **White Paper entitled ‘European transport policy for 2010: time to decide**, including a package of 60 measures  
欧盟委员会通过了《“欧洲交通政策2010：决策时刻”白皮书》，其中包含了60项政策措施方案。

**2008** – it was presented the **‘Greening Transport’ Package**, focusing on a strategy to internalise the external costs of transport  
提出了“绿色交通”方案，重点关注将交通的外部成本内部化的战略。

**2016** – the Commission published **‘A European Strategy for Low-Emission Mobility’**, which proposed measures to accelerate the decarbonisation of European transport  
欧盟委员会发布《欧洲低排放出行战略》，提出了加速欧洲交通脱碳的措施。

**2020** – the Commission put forward the **Sustainable and Smart Mobility Strategy**. It consists of an action plan with 82 initiatives.  
欧盟委员会提出了《可持续和智能出行战略》，其中包括了具有82项举措的行动计划。

**1957** – In the **Treaty of Rome** was highlighted the importance of a common transport policy  
在《罗马条约》中强调交通政策协同化的重要性。

**1992** – the Commission adopted its **White Paper on the future development of the common transport policy**, marking a decisive shift towards ‘sustainable mobility’  
欧盟委员会通过了《交通政策未来协同发展白皮书》，做出了向“可持续出行”转型的重要决定。

**2006** – The Commission submitted **‘Keep Europe moving – Sustainable mobility for our continent’**, introducing new instruments to achieve the objectives  
欧盟委员会提交了《保持前行：欧洲大陆的可持续出行》，引入了实现可持续交通目标的新措施。

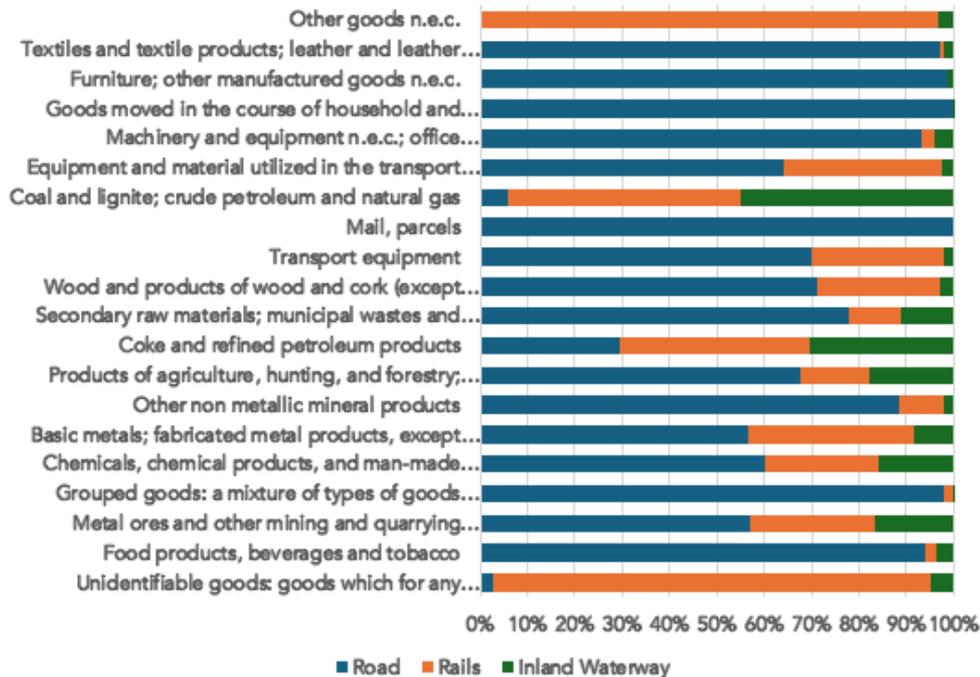
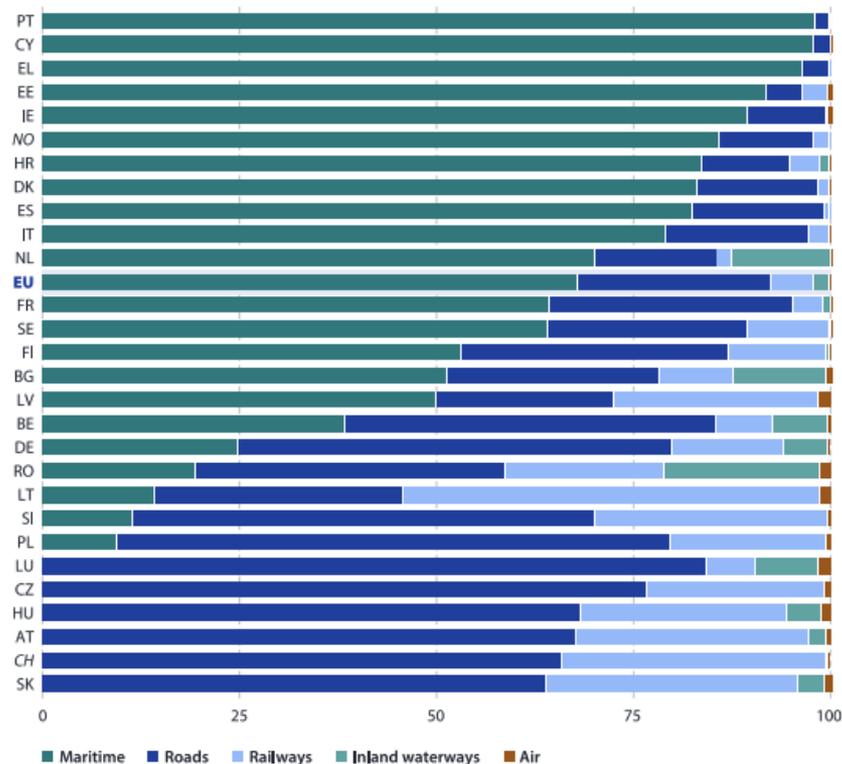
**2011** – White Paper entitled **‘Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system’** was one of the first documents recommending emissions reductions and setting targets  
发布《“欧洲统一交通发展路线图：朝着具有竞争力且高效的交通系统迈进”白皮书》，首次提出减排目标建议。

**2019** – the Commission proposed the **European Green Deal**, key strategy in place at EU level setting the scene for all transport policy  
欧盟委员会提出《欧洲绿色协议》，这是欧盟层面的一项关键战略，为所有交通政策奠定了基础。

# 欧盟及个成员国货运结构

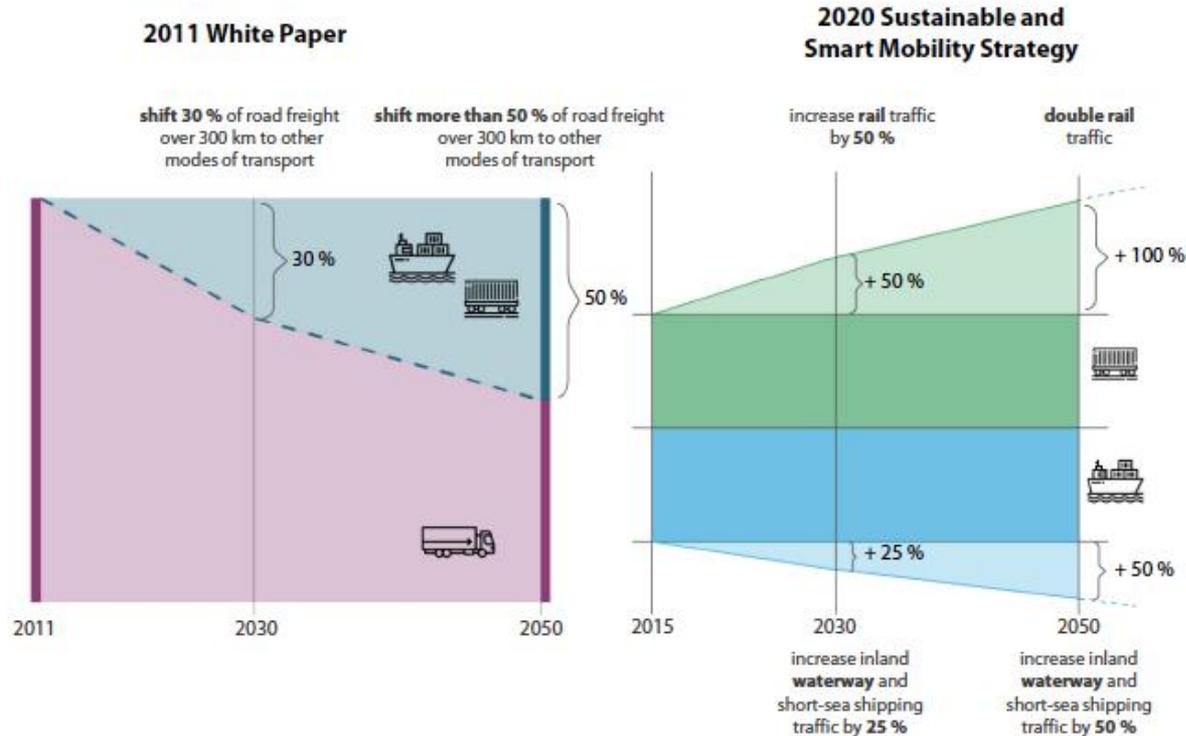
## Modal split of freight transport

(% based on tonne-kilometres, 2021)



# EU Modal Shift and Intermodal Development

Figure 6 – The 2011 and 2020 EU sustainable freight transport targets



## 小结

- 自2017年起，中国也开始实施交通运输结构调整战略，将重型大宗货运转移到铁路和水路进行运输，同时从行业角度提出了一系列配套要求。自80年代放松管制和走向市场化之后，美国出台了多项针对运输系统的战略规划和政策，其目标是构建出一套更加高效、一体化且更加绿色环保的多式联运框架体系。从本质上，中美两国都是从政策和技术层面入手进行投资，其目标也都是为了减少货运领域的温室气体和常规污染物排放。
- 公路货运仍是最主要的货运模式，货运周转量占比40% - 50%
- 我国铁路货运周转量占比较低，在过去40年间，我国的铁路市场削减了75%，而美国铁路运输市场在过去40年间增长了50%。
- 水路运输是成本最低廉的大宗散货运输方式，我国的水路运输还在稳步增长
- 我国管道运输仅为3%，主要运输石油、天然气等产品；美国占到19%，主要运输水煤浆。
- 中美两国航空运输都增速迅猛，体现了对于高附加值产品和高时效性运输的需求增加。
- 多式联运在欧美的应用非常广泛，主要用于较长距离的运输，而我国还缺乏相关统计
- 我国的重型大宗散货物品仍占据货物市场的主导地位，特别是重工业对煤炭、矿产等货物需求极大；此外燃煤发电的依赖也导致了大量煤炭消费

# 绿色货运发展建议

- 从根本上向服务型经济和更清洁的能源转型。
- 继续加严能效、碳排放、燃油质量和尾气污染的控制标准和法规监管
- 立足于发展多式联运，规划和建设高效货运系统
- 通过战略政策和市场政策，提升铁路运输、水路运输等运输方式的运量和占比
- 加大基础设施投资，保证铁路、水路运力，为建设高效清洁的多式联运体系提供保障
- 规划铁路、水路运输的长远发展，尝试规划高附加值产品的铁路、水路运输，提高成本效益
- 大力发展提升货运效率的先进技术。（集装箱转运、自动化等）
- 重视基础性研究、底层数据建设和政策规划工具的开发
- 典型货品、典型线路绿色货运 或 零排放货运 廊道建设

# 布局绿色货运

## 重要决策方

交通部

生态环境部

地方

...

### 支持综合交通体系发展，尤其是 货运交通系统绿色发展：

- 货运部门气候及环境目标
- 货运交通排放监管
- 多式联运发展
- 铁路、水路在运输结构中的占比目标
- 公路、铁路及水路运力发展
- 基础设施建设目标
- 典型货品供应链优化减排
- ...

- 货运网络、廊道、统计
- 货运部门决策工具
- 货运体系和多式联运发展潜力
- 公、铁、水、航等货运模式发展现状、战略规划
- 典型货品全生命周期货运链
- 新能源、零排放、自动化运输技术推广
- ...

**THANKS!**  
**E: [Tianlin.Niu@theicct.org](mailto:Tianlin.Niu@theicct.org)**

