



迈向绿色和可持续货运体系： 中美多式联运政策和关键因素比对

邵臻颖、何卉、毛世越、梁申玮（国际清洁交通委员会）
刘胜强、谭晓雨、高美真、邢有凯（交通运输部规划研究院）

鸣谢

作者在此向所有帮助审阅本报告的内部和外部专家表示感谢, 审阅专家包括来自国际清洁交通委员会内部的Felipe Rodriguez、冒晓立和Michael Walsh; 以及外部专家Buddy Polovick (美国环保局)、傅志寰 (中国工程院)、尹航 (生态环境部机动车排污监控中心)、刘剑筠 (广东省环境科学研究院)、刘欢 (清华大学)、张少君 (清华大学) 和辛焰 (能源基金会), 感谢他们为本报告提供指导并提出建设性意见。作者在此还要向为本研究提供慷慨支持的能源基金会和洛克菲勒兄弟基金会表示诚挚感谢。不过, 他们的支持不代表完全认同本报告中的内容, 如有任何错误疏略, 皆由作者承担。

国际清洁交通委员会
地址: 1500 K Street NW, Suite 650
Washington, DC 20005

communications@theicct.org | www.theicct.org | [@TheICCT](https://twitter.com/TheICCT)

© 2022 国际清洁交通委员会

概述

货物运输是空气污染物和温室气体排放的重要贡献源。为减少来自货物运输的污染排放，中国政府近年来出台了一系列政策，并正在制定未来五年环境保护、碳减排和交通发展的规划。货物运输结构调整是这些政策和规划的重要组成部分。在中国不久前发布的国家《2030年前碳达峰行动方案》和《综合运输服务“十四五”发展规划》中都制定了货物运输调整的目标和政策，也提出了从产业结构、能源结构、货运结构和用地结构的层面系统解决货运排放问题的思路。经济和产业结构、能源结构对货运结构有着重大决定影响，决定着不同国家、市场和地区货运结构的差异。例如，当今中国发达的制造业、以煤炭为主的能源结构决定了大量煤炭和原材料的运输。在中国，这些低附加值货品的运输主要由公路承担，带来较大的空气污染和温室气体排放。而在美国目前以服务业为主的经济结构、以及去煤化的能源结构下，并依赖于铁路运输煤炭和原材料，大幅减少了上述高污染公路运输的需求，使得美国的货运结构向清洁低碳化转型更为容易。

在此背景下，本报告对两国的货物运输结构及其背后的深层驱动因素，如经济结构、能源结构、交通运输政策等进行了全面、量化的比较和分析。这些分析跨越了美国过去近半个世纪及中国自改革开放后数十年的历史变迁，旨在呈现两国在不同发展阶段里上述三个结构的特征，并为中国当前的发展特征提供政策参考。本报告除了在国家宏观货运层面进行阐述和分析，还重点研究了三个典型的、货物运输需求量较大的产业部门：即煤炭、铁矿石和商品车（乘用车），以期为中国下一步的货物运输结构调整提供国际经验和科学研判的依据。

从**整体货运活动和运输结构**看，美国2018年的货运总量为190亿吨，货运周转量为8.4万亿吨-公里；中国货运活动经历了爆发式增长，自2009年起货运活动总量已超过美国，并且还在保持快速增长的趋势。2018年，中国国内运输系统完成货运总量为510亿吨，货运周转量为15万亿吨-公里。各个运输模式的比较结论如下：

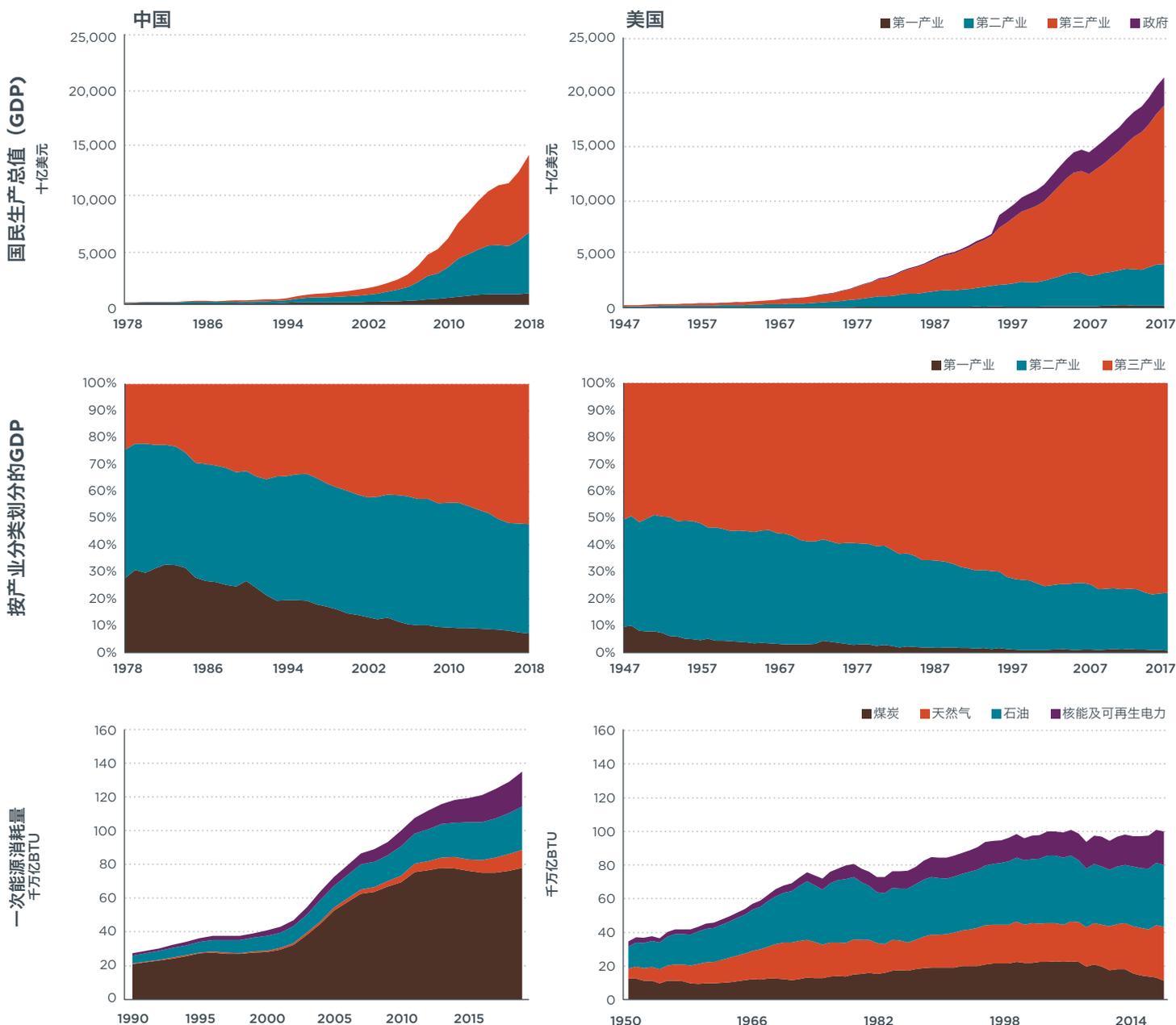
- » **公路运输**在中美两国都是主要的运输模式，货运周转量占比为40-50%，但两国的发展趋势有所不同。美国的公路运输活动量近年来相对保持稳定，而中国的公路运输占比在过去40年间从5%增长至将近50%。
- » 美国**铁路运输**的货运周转量占比要高于中国，2018年美国铁路货运周转量占比为27%，而中国为19%。上世纪80年代以来，两国铁路运输呈现出了完全不同的发展模式，美国铁路运输的市场份额在过去40年间增长了50%，中国则减少了近75%。
- » **水路运输**对于中美两国而言都是成本最低廉的大宗货物运输方式。目前美国水路运输的份额比例已降至仅余10%，而中国水路运输的份额则增长至31%，成为了第二大货运周转方式。
- » 中美两国在**管道运输**方面的发展差异也非常大。2018年，美国管道运输周转量占比为19%，而中国仅为3%。管道运输在美国石油及石油产品和水煤浆运输系统中发挥着重要作用，而中国的管道则主要用于石油、天然气和石油产品运输。
- » 中美两国的**航空运输**都增速迅猛。尽管航空运输在数据图表中的占比最小，但在过去40年中，美国航空运输的增幅为4倍，中国则高达271倍。这样的增幅变化主要是由于两国对于高附加值产品和高时效性运输需求的增加。
- » **多式联运**在美国的应用也较为广泛，主要用于较长距离运输，而中国方面暂时缺少相关统计数据。美国的多式联运在过去几十年中迅猛增长，多式联运的运

输周转量在2017年已达到21%，较1993年的占比翻了三倍。其中，主要的增长来自于公铁联运和铁水联运，其运输周转量分别达到了多式联运70%和16%。

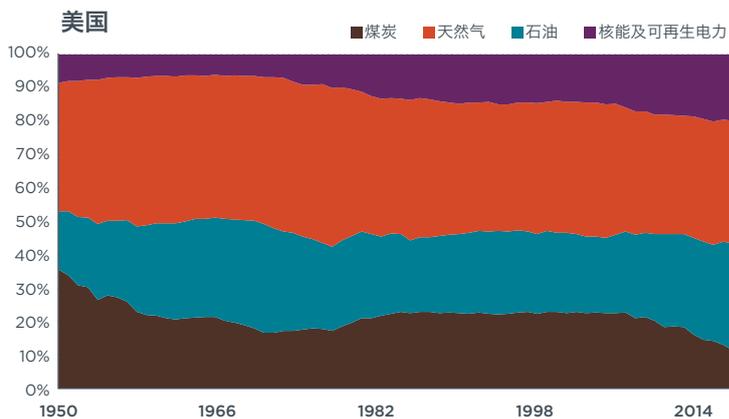
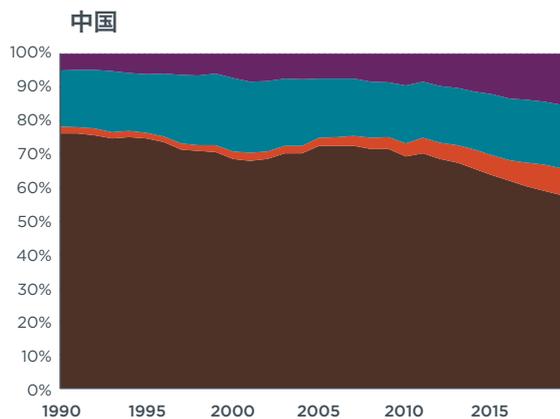
从经济、产业结构的比较看，美国的经济以第三产业占绝对主导，占GDP的近80%。中国虽然近几年第三产业已超过第二产业成为支柱，但是第二产业，特别是重工业仍在经济中占据重要地位，因而对煤炭和矿产等大宗货物的需求量极大，而这些货物在商品市场的主要地位也推动着中国所有运输模式的货运周转量快速增长。

从能源结构的比较看，美国煤炭消耗量自2007-2008年达峰后开始呈现显著下降趋势，并逐步向天然气和可再生能源等更清洁的能源过渡。截止2018年，美国一次能源中煤炭占比11%，天然气和核能等可再生能源占比分别为32%和20%。中国近年一次能源中煤炭占比也在稳步下降，但截止2019年占比仍高达58%，远远超过美国二战后水平。中国的天然气在过去10年中翻了一番，在2019年达到8%，核能等可再生能源的使用增长迅猛，在2019年达到15%。

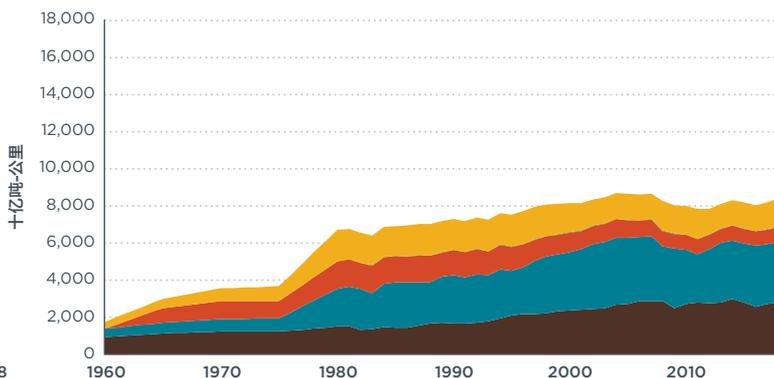
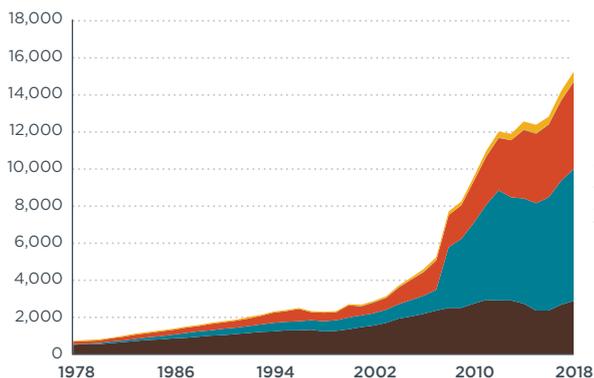
下图概括了中美两国在上述经济产业结构、能源结构和运输结构的对比。



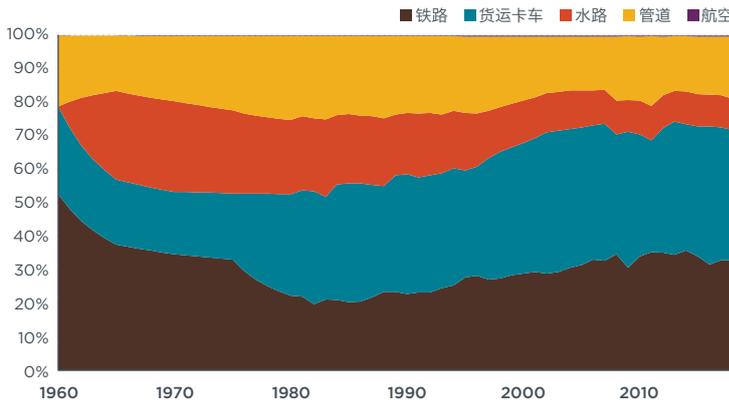
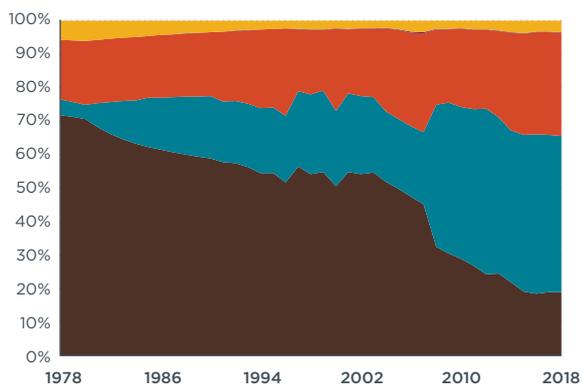
一次能源消耗占比



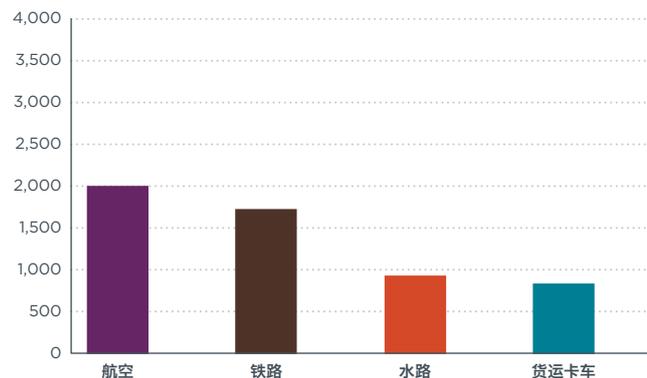
货运周转量
十亿吨-公里



按运输模式划分的货运周转量



2018年平均运输距离
2018年平均运输距离 (公里)



图ES1. 中美两国经济结构、能源结构和运输结构对比

尽管经济发展、能源结构等因素从根源上影响着货运带来的排放，本研究发现政策干预可以有效遏制排放增长的趋势。美国战后几十年一直致力于交通运输、尤其是铁路运输的放松管制和走向市场化。这些法规和措施驱使了货物运输市场化程度不断加

深, 从而使得货运更加高效和智慧。自80年代后, 美国出台了多项针对运输系统的战略规划 and 政策, 推动基础设施的建设, 并提供财政税收的支持, 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。此外美国还非常重视现代货运技术的创新研发, 以及对交通运输的数据收集和研究, 来支持其运输体系的绿色化和高效化。自2017年起, 中国也开始实施交通运输结构调整战略, 将重型大宗货物转移到主要由铁路和水路进行运输, 同时从行业角度提出了一些其他配套要求, 并在各个层面提供财税和基础建设的支持。如表ES1所示, 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 (图ES2)。

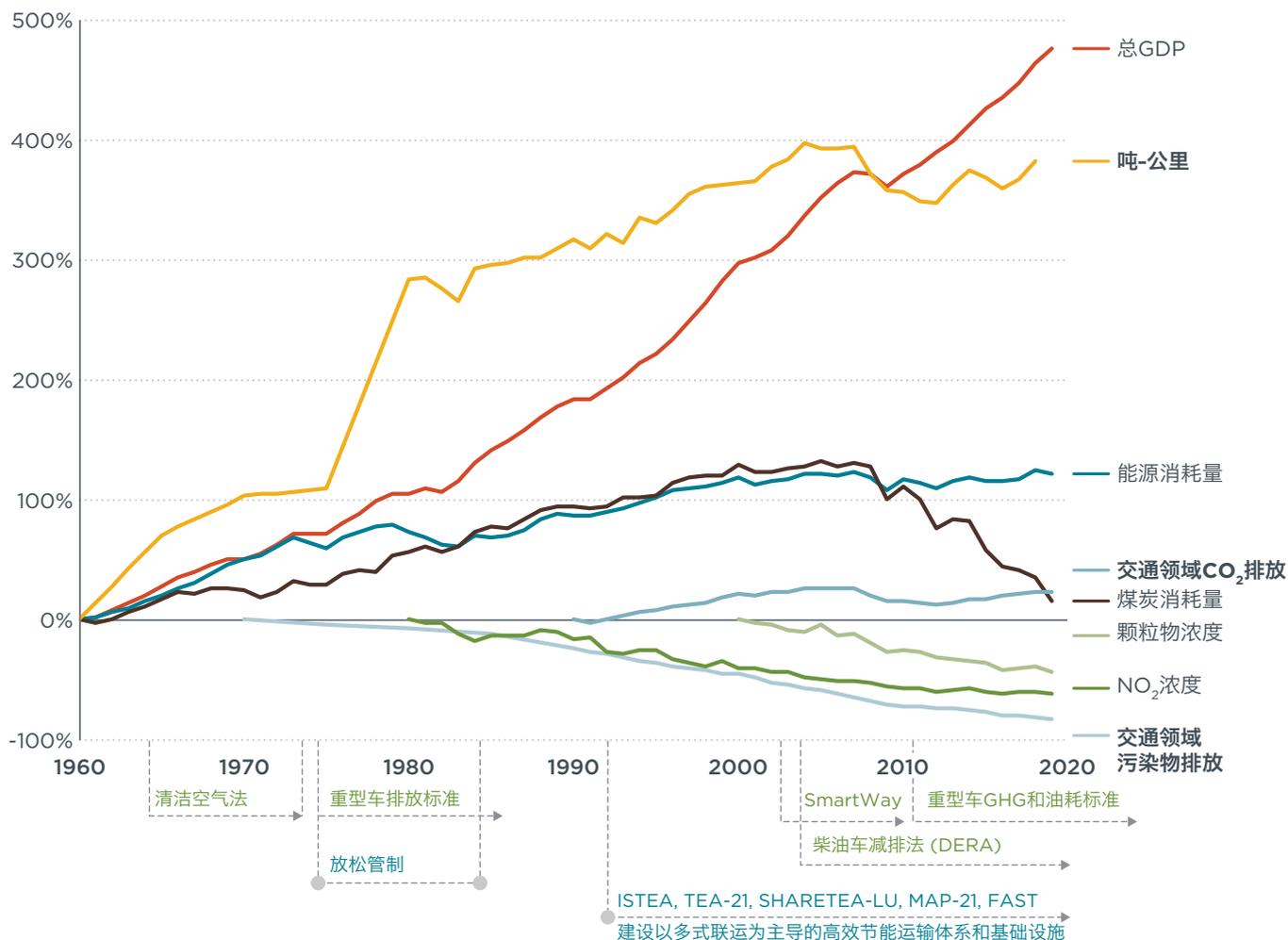


图 ES2. 美国1978年到2019年间主要运输相关因素的变化

表ES1. 中美两国主要运输体系建立的政策和技术对比

	美国	中国
放宽管制与市场化推进政策	<ul style="list-style-type: none"> 1976年和1980年分别出台的《铁路振兴与管理改革法》以及《斯塔格斯铁路法》 1978年出台的《解除航空管执法》 1980年针对货运行业出台的《汽车运输商法》 1984年针对海运商户出台的《航运法》 	<ul style="list-style-type: none"> 成立了中国国家铁路集团有限公司, 替代原铁道部, 对铁路运输进行管理 成立了私营航空公司
资金支持、财税行动与政策措施	<ul style="list-style-type: none"> 出台相关法规为建设多式联运基础设施和提升货运效率提供直接的资金支持 通过创造性手段吸引私人领域进行基础设施投资 	<ul style="list-style-type: none"> 为降低铁路和水路运营成本提供资金支持 省级和地方层面为推动公转铁、公转水以及发展多式联运提供资金支持
现代货运体系与多式联运技术	<ul style="list-style-type: none"> 集装箱的广泛应用 推进自动化和车辆互联技术来提高运输效率 	<ul style="list-style-type: none"> 推进国家和省级多式联运示范工程建设
多式联运基础设施	<ul style="list-style-type: none"> 建设足够且耐用可靠的基础设施, 实现多种运输模式之间的有效衔接 建设货运走廊 	<ul style="list-style-type: none"> 铁路进港, 实现铁路水路运输之间的无缝衔接 打造多层次、一体化的运输体系, 提升运输效率
环境政策	<ul style="list-style-type: none"> 空气质量标准 尾气排放标准 燃油质量标准 燃油消耗量 (GHG) 标准 推进替代燃料 由政府 and 行业企业协同开展的SmartWay 智慧货运行动, 旨在提升燃油能效 其他支持性项目例如缓解拥堵和空气质量改善计划 (CMAQ) 	<ul style="list-style-type: none"> 空气质量标准 尾气排放标准 燃油质量标准 燃油消耗量限值标准 为应对柴油车排放而开展了强有力的国家级行动方案, 其中包含了重点地区和行业的运输模式调整及排放控制目标
研究与数据	<ul style="list-style-type: none"> 每五年开展一次商品流通调查 向公众公开的基本货运结构分析 面向长期需求的研究项目 	

本研究还深入分析和比较了中美三类典型货物煤炭、铁矿石和商品车的运输结构(图ES3)。总体而言, 铁路在美国是大宗型货物运输的主要方式, 辅以公路和水路, 同时, 美国在运输这三种典型商品时, 都更多的引入多式联运的运输方式, 其市场份额达到了5-13%不等(按重量计)。而在中国大宗型货物仍主要依赖于公路运输, 近几年的运输结构调整使铁路和水路的占比有所增加, 但是由于数据缺乏, 多式联运的信息无法得到统计。

- » **煤炭**: 美国的煤炭运输以铁路为主, 当前占煤炭运输重量的64%左右, 且过去40年这一比例变化不大。铁路和水路承担了绝大部分煤炭的长途运输, 公路则承担了短途, 即最后一公里的运输。在中国, 公路承担了大量煤炭行业的运输, 当前占煤炭运输重量的28%左右。铁路在中国煤炭运输的作用远小于美国, 但水路运煤比例高于美国。
- » **铁矿石**: 美国的铁矿石运输当前也以铁路为主(重量占比53%), 水路和多式联运参与也较多(重量占比分别为18%和13%), 公路运输为补充。中国的铁矿石以公路运输为主(重量占比57%), 其次是水路, 铁路运输仅占13%。
- » **商品车**: 商品车两国的运输方式最为接近, 都是以公路为主。美国还采用了一定比例的多式联运。中国铁路运输的比例大幅高于美国, 特别是近几年在相关的政策干预下, 其涨幅迅速。

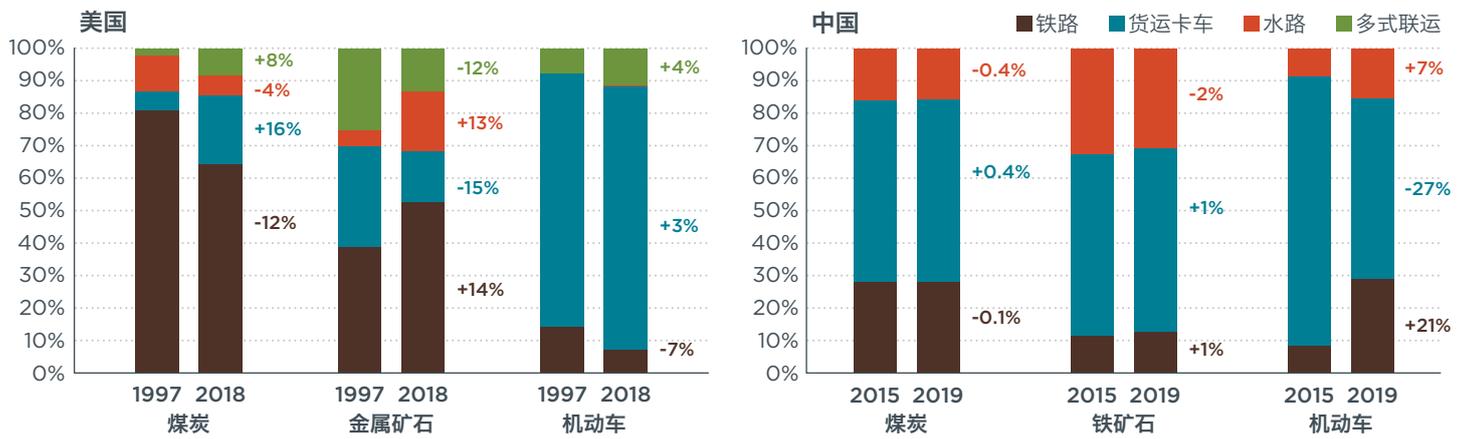


图 ES3. 三类商品的各种运输模式份额对比 (按重量计)

基于这些结论，我们对中国提出以下建议：

从根本上向服务型经济和更清洁的能源转型。美国的经验证实了经济和能源对货运活动的重要影响，其以服务性为主的经济结构，和以天然气和可再生能源为主的能源结构，大幅度减少了大宗型货物（如煤炭和矿石）的运输需求。中国应考虑加速向服务型经济和向清洁能源转型升级，并不断优化产业结构和产业布局以减少对大宗型货物的依赖和运输需求。

继续全面加严能效、碳排放、燃油质量和尾气污染物控制标准。美国和中国经验证明，即使在货运活动迅速增长和能源需求增加的情况下，排放控制标准和法规也能有效地减少运输领域的污染排放，改善空气质量。此外，就像在推动轻型车和城市公交电动化的进程上一样，中国还应带头推进电动化、新能源和清洁货运技术，进一步加速向绿色和可持续货运体系转型。

立足多式联运，发展和提升高效货运系统。过去几十年来，美国的货运政策一直把重点放在加强不同运输模式、不同州以及不同地区之间的运输协作和提升货运体系的整体效率方面，以提高货运行业整体运行能力为目的，而不是面向单一某种运输模式。这一做法在美国的成功，表明运输模式之间的协作有助于实现高效的货运体系。鉴于目前中国已经加快推进货运市场化，制定一套包含多式联运架构的发展战略规划对于加速向高效的运输结构转型是至关重要的。

加大基础设施投资，保障高效的多式联运体系的建设。美国已经从联邦、州、地区乃至私营层面划拨了大量资金用于支持建设各种运输模式所需的网络和基础设施。通过资金定向分配的方式，美国构建了多式联运转运枢纽、衔接设施以及其他设备，将所有运输模式连接在一起构建成了运输网络。中国也需要确保和增长长期资金投入，为未来现代化多式联运提供所需的设备和基础设施。除了中央、省级和地方层面的投入，中国还可以鼓励相关机构、企业乃至是私人进行投资。

通过战略政策杠杆，提升铁路运输、水路运输和管道运输在大宗型货物运输中的占比。基于对煤炭和铁矿石的分析，我们看到铁路运输在2018年的运输结构调整政策的影响下，其增长幅度较快，但占比变化不大。这为进一步提高铁路利用率留下了巨大的潜力。中国亟需开展相关分析和研究，设定发展目标和战略，推动公路运输以外的其他运输模式发展，挖掘铁路运输、水路运输、管道运输以及多式联运在中国的应用潜力。

挖掘铁路运输的运力潜能，运输更高价值的产品，提高成本效益。作为美国货运系统的支柱，铁路在运输煤炭、农产品、矿产以及长途货运和多式联运方面发挥着主导作用。但目前中国的铁路系统尚不具备这样的特征。但中国已经开始投资建设完整的运输网络体系，并致力于降低托运人的运输成本，未来铁路在引领中国货运活动方面可能会发挥更大的作用。

大力发展提升货运效率的先进技术。集装箱的发明为多式联运的应用铺平了道路，其在货运领域中的广泛采用提高了整体运输效率，因为它有助于更好地实现不同运输模式之间的衔接。此外，美国近期批准的“车队自动列队行驶”技术进一步增强了在公路高速行驶状态下的节能潜力。因此，这种跨模式技术对于中国推广多式联运、提高效率、降低成本和减少货运领域排放是至关重要的。

重视基础性研究和数据收集。中国在货运数据收集方面与美国存在一些差距，公开数据和信息非常有限。《中国统计年鉴》对交通运输部门的整体情况有比较全面的收录，但仍缺乏货运领域的详细信息。一套精心设计采集的数据，类似美国每五年开展的商品流向调查，可以用于了解商品运输的具体信息并成为一项重要的分析工具，来评估对货运基础设施和服务的需求、能源消耗量，甚至是安全风险和环境问题。

综上所述，货物运输活动是空气污染的重要来源。在过去几年中，中国一直致力于通过货物运输结构调整来减少空气污染物的排放并取得了显著成效。具体而言，中国通过《打赢蓝天保卫战三年行动计划》和《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》等的实施，以优化产业结构、能源结构、运输结构为指导思想，大力推进公转铁、公转水。结合持续出台和加严一系列机动车和发动机排放标准 and 油耗标准以及燃油标准，成功地在货运活动大幅增加的背景下依然有效控制了车辆排放，从而实现了空气质量的改善。然而，随着中国经济和贸易的持续蓬勃发展，货物运输需求的持续增长，中国在进一步优化调整运输结构、切实实现绿色、可持续货运方面将面临更为艰巨的挑战。中国首先需要从根源入手寻求结构性解决方案，即从资源密集型的重工业向技术密集型的轻工业和服务业转型，从高排放强度的能源结构和粗放型、低效率的能源使用方式向更清洁、高效的能源使用转型。其次，中国可以参考美国的历史经验和教训，通过政策引导货运体系的市场化、高效化、清洁化和智慧化。政府之手的作用可以从管理交通模式的具体运行转型到通过政策法规保障交通运输市场的公平性，减少其环境污染和其他负面影响，以及加大未来绿色高效运输技术和运输模式基础设施的投入。

目录

概述	i
缩写	xi
简介	1
货物运输特征和驱动因素.....	2
美国货运领域特征.....	2
中国货运领域特征.....	10
中美对比	16
货运领域发展战略和政策措施	19
美国货运领域的发展战略和政策措施	19
中国的货运领域发展战略和政策措施	26
资金支持、财税行动与政策措施	28
中美对比	29
案例研究.....	30
美国主要货品的运输模式	30
中国主要货品的运输模式	40
中美对比	44
主要结论及建议.....	48
主要结论	48
为中国提供的建议	48
参考资料.....	51
附录 A.....	53
附录 B.....	54

插图目录

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。	2
图 2. 2018年美国各类运输模式所运载的前十类货品。	3
图 3. 美国1993年和2017年各类运输模式按运输重量、周转量和货物价值划分的份额占比。	4
图 4. 1960-2018年美国各运输模式的平均运输距离。	5
图 5. 1997年和2018年美国按行程距离(英里)和运输模式划分的运输重量、周转量和货物价值。	6
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)。	7
图 7. 美国各运输模式的货运周转量(吨-英里)市场占比和经济衰退期(由灰色柱状图标识)	7
图 8. 美国1947-2018年各产业的GDP发展趋势。	7
图 9. 1950-2019年美国能源发展趋势及占比。	8
图 10. 美国各运输模式的周转量(吨-公里)增长趋势,以1980年为基准	9
图 11. 美国不同经济领域的增长趋势(按总产量)及石油和煤炭消耗量指数,以1980年为基准。	9
图 12. 2018年美国各行业领域能源消耗量。	10
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)。	10
图 14. 2018年中国各类运输模式运载的前十类货品。	11
图 15. 中国1978-2018年各类运输模式的平均运输距离。	12
图 16. 1978-2019年中国各运输模式的货运周转量和市场份额占比、各经济领域的GDP 以及不同类型能源的能源消耗量。	13
图 17. 中国各运输模式的周转量(吨-公里)增长趋势(以1978年为基准)	14
图 18. 中国不同经济领域的GDP增长趋势及石油和煤炭消耗量指数,以1978年为基准。	15
图 19. 2018年中国各行业领域能源消耗量。	15
图 21. 美国货运领域关键政策实施时间表	19
图 22. 1960-2019年美国各领域增长和排放下降情况	22
图 23. 美国铁路性能,1964-2007年。	23
图 24. 双层货运火车的图例	24
图 25. 货运卡车在高速公路上列队行驶的示意图	24
图 26. 1978-2019年中国各领域增长和排放变化情况	27
图 27. 1949-2019年美国煤炭产量和消耗量。	30
图 28. 2018年按地区和重量划分的煤炭运输情况。	31
图 29. 1979-2019年美国煤炭运输模式占比(按重量计)。	32
图 30. 1979-2019年美国煤炭运输周转量情况(按吨-公里计)。	32
图 31. U.S. 1979-2019年煤炭通过各种运输模式进行运送的平均距离。	33
图 32. 1960-2018年美国铁矿石的产量和消耗量。	34
图 33. 按地区和重量划分的金属矿石运输情况,2018年。	35
图 34. 美国金属矿石运输模式占比(按重量计)。	35
图 35. 美国金属矿石运输周转量占比(按吨-英里计)。	36

图 36. 美国金属矿石按运输模式划分的平均运输距离。	36
图 37. U.S. 美国商品车消费量和产量 (辆)。	37
图 38. 按地区和重量划分的商品车运输情况, 2018年。	38
图 39. 美国商品车运输模式占比 (按重量计)。	39
图 40. 美国商品车运输周转量占比 (按吨-英里计)。	39
图 41. 美国商品车平均运输距离。	40
图 42. 中国煤炭产量和运输量需求	40
图 43. 中国的煤炭运输需求 (按重量计)	41
图 44. 中国各运输模式的煤炭运输份额占比 (按重量计)。	41
图 45. 2010-2019年中国的铁矿石运输需求	42
图 46. 中国按运输模式划分的铁矿石运输量	42
图 47. 中国各运输模式的铁矿石运输量占比 (按重量计)	43
图 48. 2015-2019年中国的乘用车需求	43
图49. 中国按运输模式划分的乘用车运输量 (按车辆数量计)	44
图 50. 中国各运输模式的乘用车运输量占比 (按车辆数量计)	44
图 51. 2019年中美三种选定商品的运输量需求对比	45
图 52. 按重量划分的产品运输模式份额对比.....	45
图 53. 三类商品的各种运输模式份额对比 (按重量计)	46
图 54. 1997和2018年美国三种选定商品的运输周转量 (吨-公里) 和平均运输距离变化情况	47

表格目录

表 1. 中美两国货运体系建立的政策对比	29
表A1. 中美两国经济产业对比	53
表B1. 中国在交通运输结构调整方面的主要管理进展.....	54

缩写

阿拉米达货运走廊管理局 (ACTA)

二氧化碳 (CO₂)

美国交通运输统计局 (BTS)

商品流量调查 (CFS)

缓解拥堵与改善空气质量 (CMAQ)

《美国陆面运输法》修订案 (FAST Act)

美国货运分析框架 (FAF)

温室气体 (GHG)

《多式联运地面运输效率法》 (“冰茶法案”) (ISTEA)

州际商务委员会 (ICC)

生态环境部 (MEE)

工业和信息化部 (MIIT)

交通运输部 (MoT)

《推动21世纪进步法》 (MAP-21)

国家环境空气质量标准 (NAAQS)

国家发展和改革委员会 (NDRC)

美国国家公路系统 (NHS)

《安全、负责、灵活、高效且公平的运输法 (用户部分)》 (SAFETEA-LU)

《美国21世纪公平运输法》 (TEA-21)

《美国交通基础设施融资与创新法案》 (TIFIA)

美国能源信息管理局 (EIA)

美国环保局 (EPA)

美国交通部 (DOT)

简介

货运活动在全球空气污染物和温室气体 (GHG) 的排放方面占有相当大的比重。2000年到2019年期间, 全球货运量从每年73亿吨增长至110.8亿吨, 年均增长率为2.2% (联合国贸易和发展大会, 2020年)。据预测在2015至2050年期间, 全球货运需求量预计将增至目前的三倍, 即使使用了目前已宣布的减排战略, 货运领域的二氧化碳 (CO₂) 排放量仍将增加一倍以上 (国际运输论坛, 2019年)。

中国是位居世界前列的货运活动量增长大国, 且增长趋势预计还将持续。考虑到中国经济的快速增长, 以及通过“一带一路”倡议等国际化发展和贸易行动所加强的国际商贸发展, 货运交通活动必然将随之增长, 如不采取足够的控制措施, 可以预见货运领域相关排放将在未来几十年出现大幅度的增长。

从经济、物流和运输环节入手实施法规管理可以影响货运需求、燃料使用量和温室气体排放, 并能够在货运活动不断增加的情况下实现燃料消耗和污染物排放双双下降 (Grenzebak等人, 2013年)。中国已经在逐步向绿色、可持续货运体系发展转型中, 过去的几年内, 中国出台了多项中央或地方层面的调整运输结构的政策。这其中包括了要求煤炭等大宗货物运输由公路运输向铁路和水路运输转变, 并且到2020年实现中国铁路货运量较2017年增加11亿吨、增长30%。

不过, 这些政策目标亟需根据中国未来五年的环境与运输发展战略而进一步更新。在此背景下, 本研究将对美国和中国货运体系的历史变迁和现状进行比较, 并探究其深层次的宏观经济因素。在借鉴美国经验的基础上, 本研究将支持中国制订符合本国国情的中央和地方层面的战略措施、政策及发展目标。

我们力求使用最可靠且最具代表性的数据来进行分析和比对, 并广泛从各领域专家处获取支持。在分析过程中, 我们采用了多方统计数据和相关研究结果, 具体信息来源包括美国交通运输统计局 (BTS)、美国货运分析框架 (FAF)、美国能源信息管理局 (EIA)、国家统计局发布的《中国统计年鉴》、世界银行以及与重要专家的直接沟通。然而, 对货运体系的研究, 尤其是对中国的研究仍然不够全面和深入。这说明亟需开展相关调研, 以了解各类商品的货运特征。

货物运输特征和驱动因素

本章旨在通过运输重量、运输周转量和货物价值三个维度（根据可用数据）来描述和比较美国和中国的货运趋势。其中，运输重量（吨）即需要运输多少货物，能够帮助我们评估出基础运输需求，运输周转量（吨-英里/吨-公里）能够帮助我们了解运载量和运输距离的影响，而货物价值则可以体现出经济水平的影响及其相互依存关系。由于可用数据有限，我们只能从宏观层面进行比较。在对中美两地的数据进行分析时，我们都关注的是两国国内的货运活动情况，没有考虑国际贸易活动。

美国货运领域特征

2018年，美国货运总量约为186亿吨，货物价值近18万亿美元，运输周转量达8.4万亿吨-公里（2018年）（图1）。按运输重量和货物价值计算，公路运输是美国货物运输的主要方式，2018年公路运输承载的货物重量达到近120亿吨（占比65%），货物价值达到13万亿美元。铁路和水路主要用于大宗货运，尽管运输重量较大，但考虑到所运输的货物价值相对较低，铁路和水路运输的货物总价值并不高。

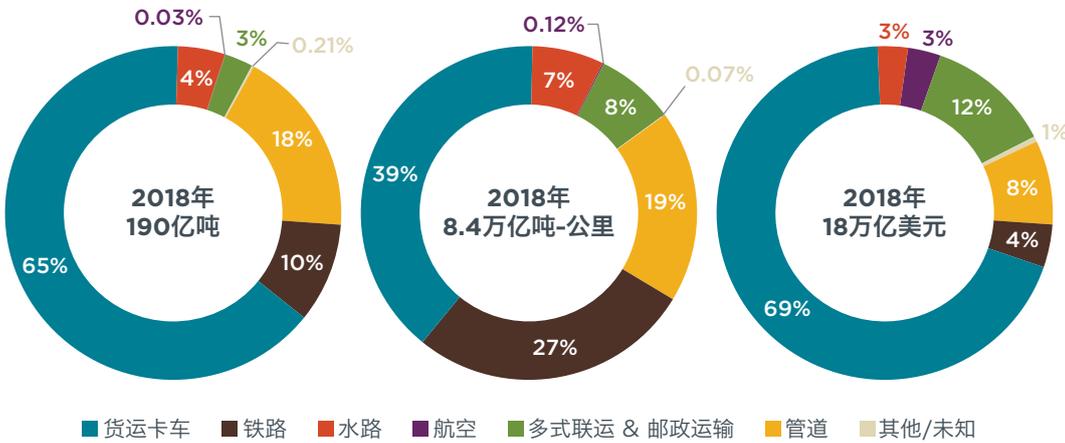


图 1. 2018年美国各类运输模式所承载的运输重量、运输周转量和货物价值。

数据来源: 美国橡树岭国家实验室 (2021年)

相比之下，航空运输的运输总重量和吨-英里周转量占比都很低，但航空运输主要承担的是高附加值货物的运输。图2详细展示了2018年每种运输方式运输量排名前10的商品（按重量计）。具体而言，铁路主要用于运输煤炭、农产品和矿产，这三种货品加起来占铁路运输量的60%。公路运输的商品则较为多样化，包括矿产、农产品、石油和制造业产品。

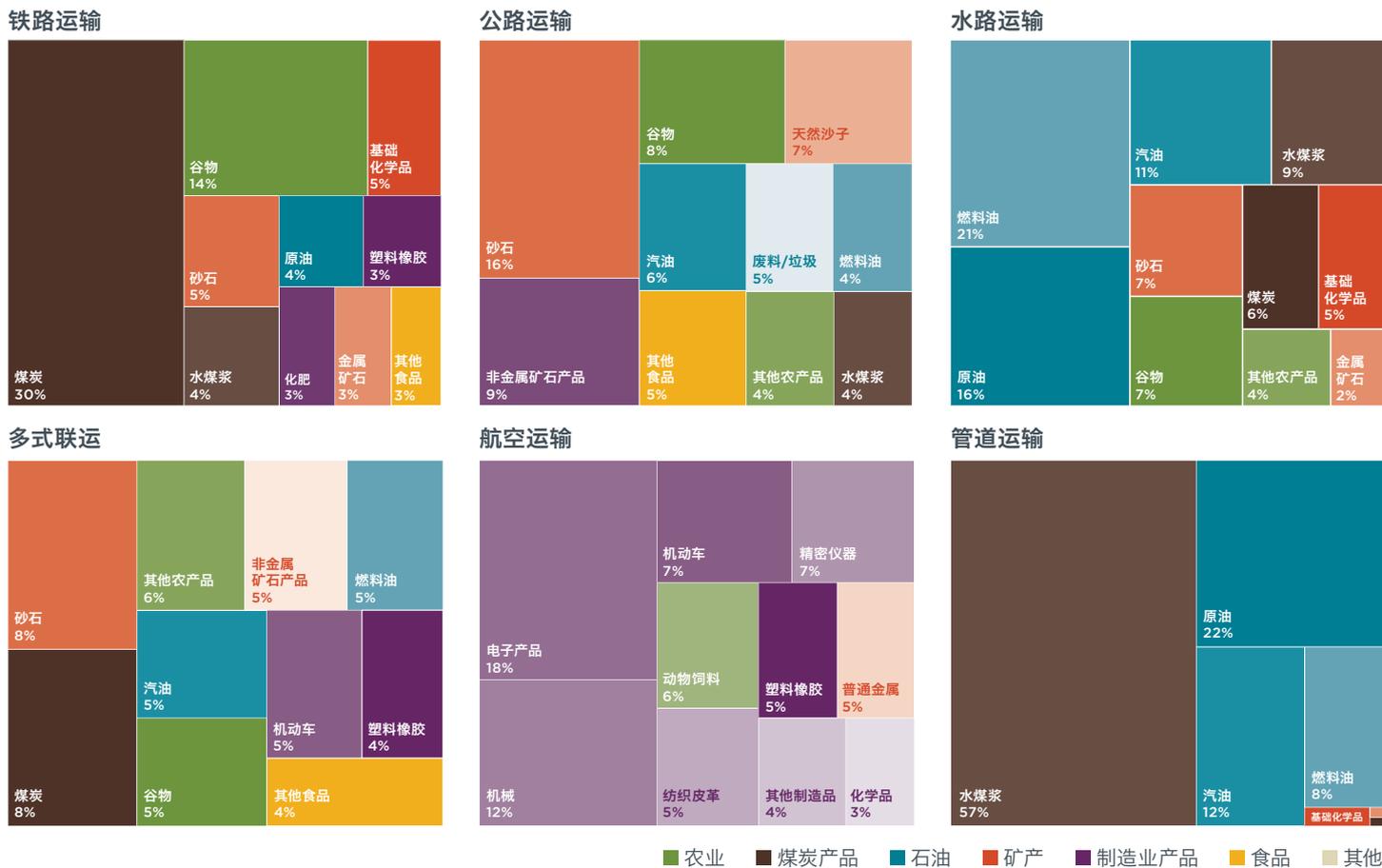


图 2. 2018年美国各类运输模式所运载的前十类货品。

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

水路运输主要用于运输油品 (近50%)，其次是煤炭和矿产。管道运输几乎完全用于运输水煤浆 (图表中的煤炭n.e.c) 和石油。空运则主要用于运输电子、机械、精密仪器、纺织和塑料等高附加值工业制成品。在美国，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 (如图1所示)，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。

近几十年来美国多式联运增长势头强劲¹。对比1993年和2017年的货运系统，多式联运在运输总重量、周转量和运输货品价值上份额均有所增长 (图3)。多式联运在运输重量 (吨) 和周转量 (吨英里) 方面的增长以公铁联运为主，表明其承担了更重、更远的运输任务。货运价值的增长则主要是由于包裹运输、邮政服务或快递需求的增长，体现了电子商务和即时运输快速增长对货运价值带来的潜在影响。就单一运输模式而言，铁路运输受多式联运扩张的影响最大，其近年来的增长更多的融入了多式联运体系而非单一的运输增长。多式联运的扩展以及铁路运输角色的转变可能是受影响于美国从《多式联运陆面运输效率法 (“冰茶法案”)》(ISTEA) 开始所出台的一系列运输方案，这些法案都以多式联运作为运输规划和政策新框架的战略目标。

1 本文中，多式联运用于展示涉及多种运输方式的运输方法，在转换运输方式时不处理任何商品，而只处理集装箱或车辆。

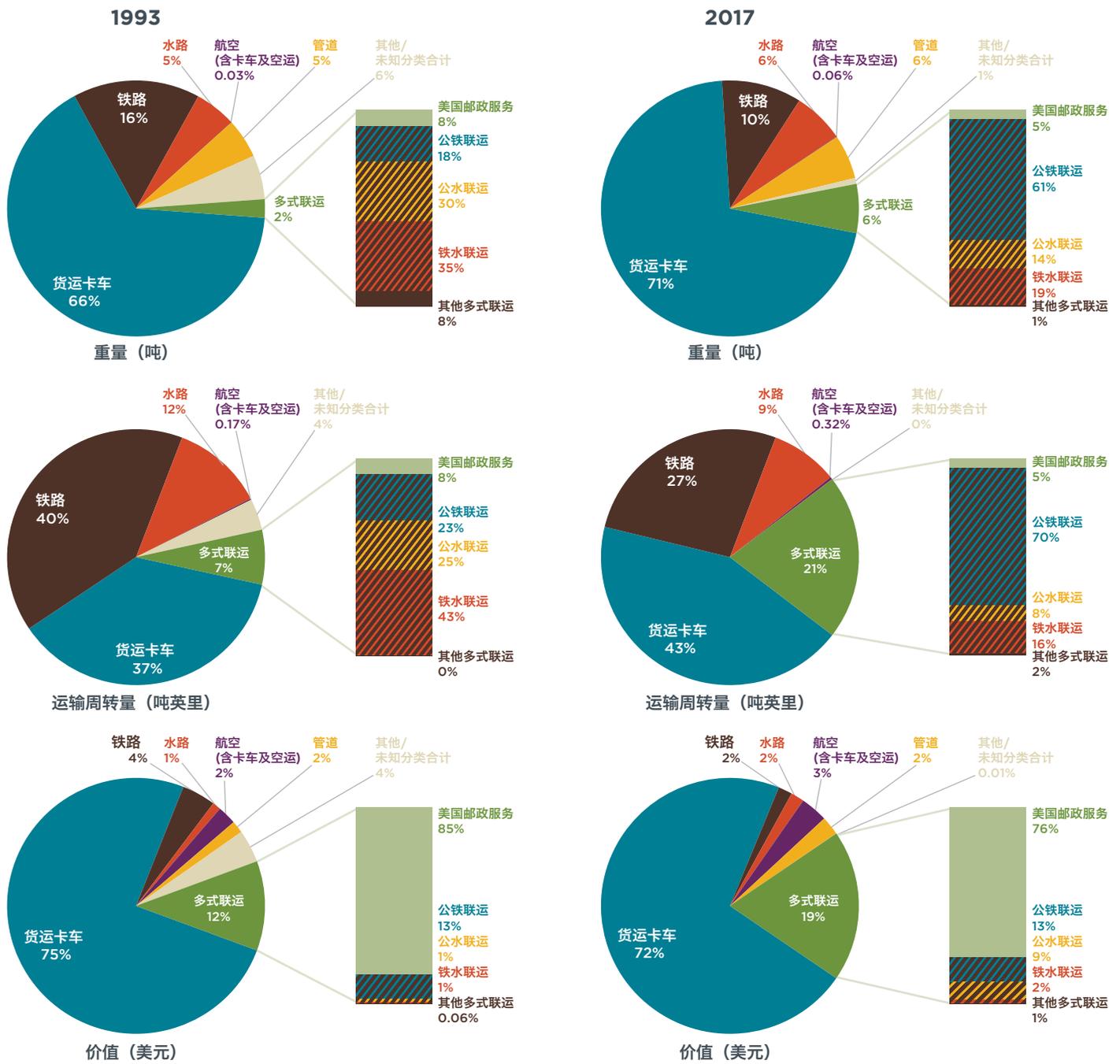


图 3. 美国1993年和2017年各类运输模式按运输重量、周转量和货物价值划分的份额占比。

数据来源: 美国交通运输统计局 (日期未标注)

图表按数据源源的分类方式划分。

随着货运系统中各运输模式份额的变化, 美国各运输模式的平均运输距离总体呈现出上升态势 (图4)。随着美国州际高速公路系统的发展, 公路运输的平均运输距离几乎翻了一倍, 从1960年的不到500公里增长至2001年的近800公里。铁路同期的平均运距从750公里增长至1700公里, 这主要是由于来自公路货运领域的竞争加剧以及在美国东西海岸之间建立起的大陆桥, 使得铁路货运在长途运输方面变得更具竞争力²。此外, 多式联运的广泛应用也推动了铁路平均运输距离的增长。

² 北美大陆桥是连接美国两大门户系统的长距离铁路货运走廊, 以芝加哥为枢纽连通南加州到纽约/新泽西之间。它被认为是全球最高效的大陆桥, 缩短了美国东西海岸之间的运输距离。

航空运输的运输距离是最长的,平均运输距离从1960年的1500公里增长至2018年的近2000公里。其中,航空运输的平均运距在上世纪90年代中期出现过下降,这主要是由于UPS和联邦快递两家快递巨头建立起了中心辐射型的物流枢纽网络 (Rodrigue, 2020年)³。唯一没有呈现增长趋势的就是水路运输,其平均运输距离基本稳定保持在1000公里左右,甚至在河道通行限制和铁路运输竞争的共同影响下,其平均运距比峰值时期还有一定幅度的下降。

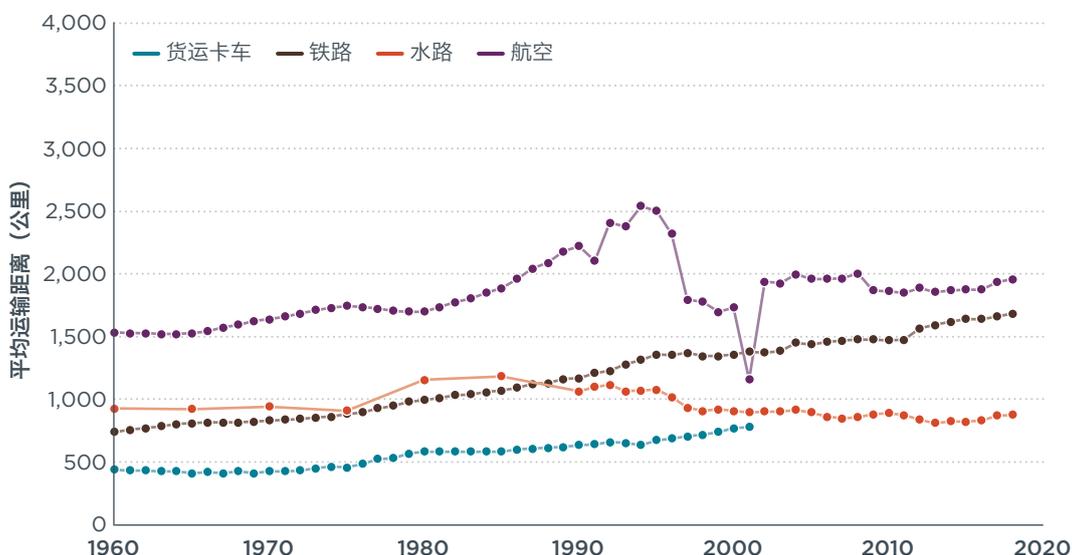


图 4. 1960-2018年美国各运输模式的平均运输距离。

数据来源: 美国交通运输统计局 (日期未标注)

图5则进一步展示了1997年和2018年美国各种运输模式按行程距离划分的货运重量(吨)、周转量(吨·英里)和货物价值分布情况。美国主要货运特征在过去二十年中基本没有变化。多数中短距离(800公里/500英里以下)货运由公路运输完成,铁路在长途货运(500-2000英里/800-3200公里)中居主导地位,公路运输和多式联运在超长距离运输(超过2000英里/3200公里)中发挥了关键作用。而1997年和2018年相比,最主要的变化在于从运输重量角度看,多式联运承载的货运量份额占比下降了5%,但作为运输距离最长的运输方式,多式联运在货物价值角度的份额占比却增加了10%,这表明多式联运开始更多的承担一些高附加值货物的长距离运输需求。

³ 中心辐射型物流枢纽网络通过将每个运输点与运输枢纽连接起来工作,相比较与直接连接各个运输点对点网络相比,这可以减少平均传输长度。



图 5. 1997年和2018年美国按行程距离 (英里) 和运输模式划分的运输重量、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。图6展示了按运输模式划分的历年货运周转量 (吨-公里), 图7则以类似的方式展示了各类运输模式的市场份额占比。可以看出, 公路和铁路运输量在不断增加; 管道运输量在过去几十年中基本保持稳定; 水路货运量近年来有所下降。航空运输则在图6和图7中几乎看不到, 这是因为从吨-公里周转量角度看, 其货运量几乎可忽略不计, 但在图10中能够清楚地看出, 航空运输实际上是增长势头最为强劲的运输模式。

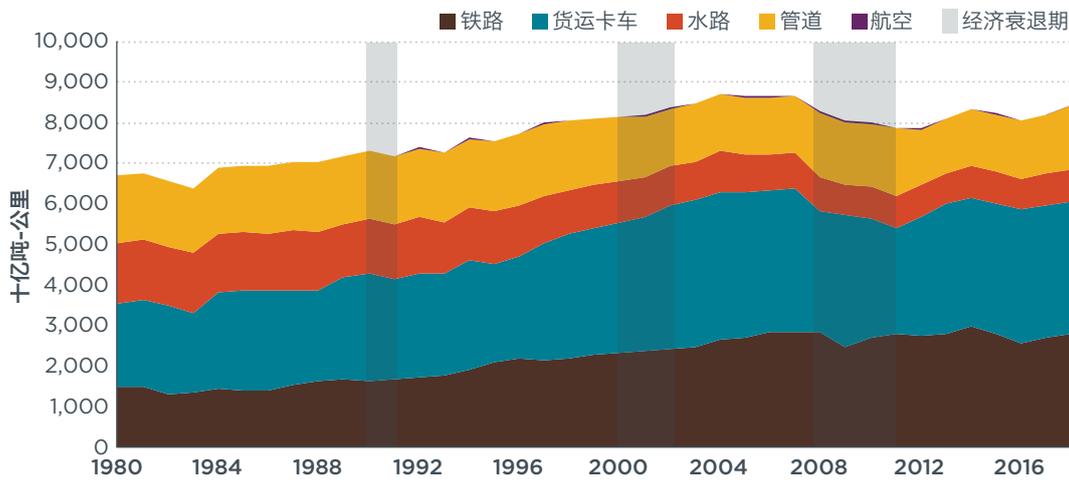


图 6. 1980-2018年美国按运输模式划分的货运周转量和经济衰退情周期（由灰色柱状图标识）。

数据来源：美国交通运输统计局（日期未标注）

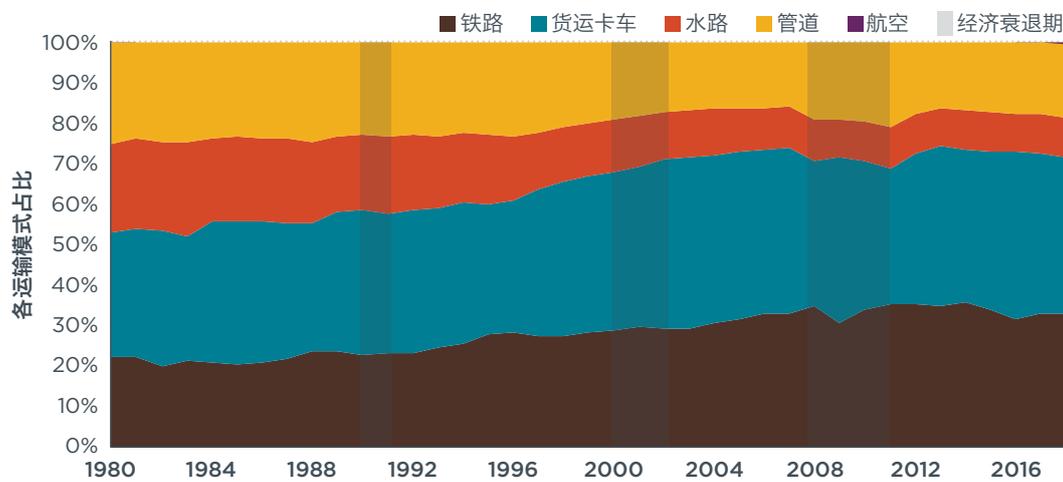


图 7. 美国各运输模式的货运周转量（吨-英里）市场占比和经济衰退期（由灰色柱状图标识）

货运活动随着第二和第三产业的快速增长而增长（按绝对值计算）（图8）⁴。目前，美国的经济结构已经逐步从大规模制造和分销转向定制制造和零售，邮件订购、次日送达的商业模式广泛普及（美国交通运输统计局，2014年）。基于航空和公路具有运输速度更快、调度更灵活的特点，这两种运输模式运输需求也随之不断增大。

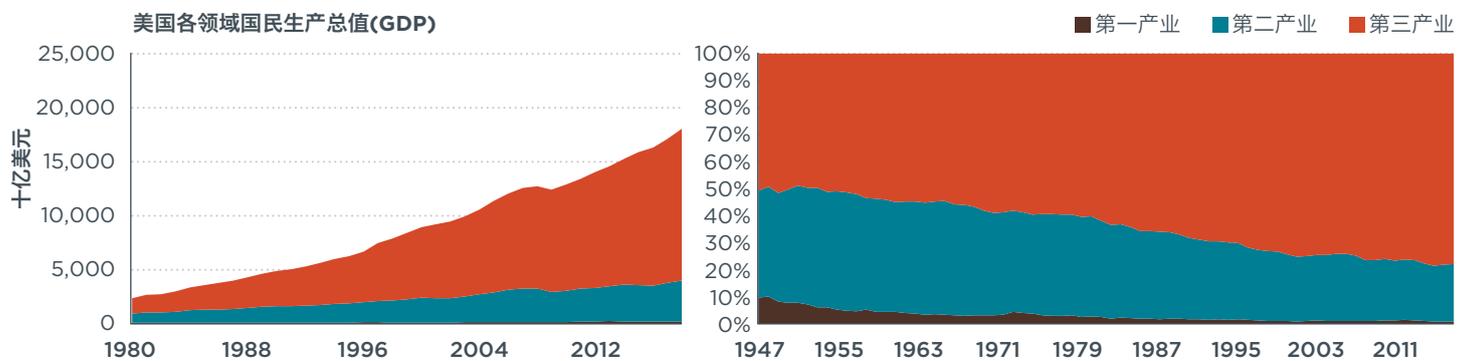


图 8. 美国1947-2018年各产业的GDP发展趋势。

数据来源：美国商务部经济分析局（2020年）

4 附录A具体展示了中美两国对于GDP各个产业的定义。

美国也正在逐步向更清洁的能源转型，并给货运活动带来了影响。考虑到煤炭主要通过铁路运输，且美国能源系统对煤炭的需求量很大，因此煤炭对于铁路运输活动至关重要。然而，随着美国逐步向天然气和可再生能源等更清洁的能源过渡，煤炭消耗量自2007-2008年达峰后开始呈现显著下降趋势（图9）。此外，美国的大部分煤炭用于发电（92%），随着旧燃煤电厂的逐步退役和燃煤电厂使用率的下降，对煤炭的需求也将继续减少，鉴于煤炭是铁路运输的主要产品（图6），铁路运输活动也可能会随之减少。

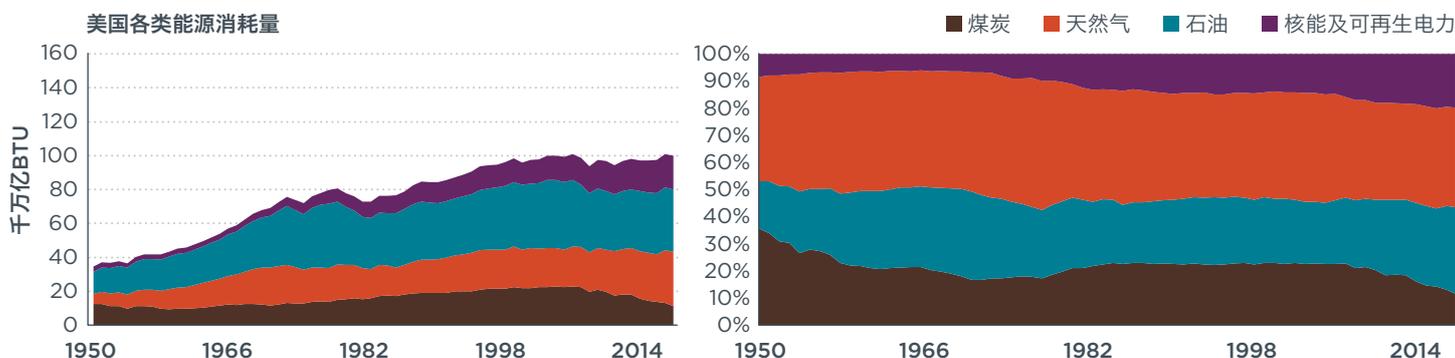


图 9. 1950-2019年美国能源发展趋势及占比。

数据来源: 美国能源信息管理 (2020b)

图10将1980年货运水平作为基线，采用指数分析法展现了相同的货运发展趋势数据，同时还展示了主要经济衰退期。在我们的分析周期内，共出现了三次重大经济衰退，其经济衰退的原因、范围和特征不尽相同，对各个经济领域也产生了不同的影响，具体趋势详见图11。在这三次衰退中，制造业、农业和矿产部门受到的影响更为直接和精准。第一次是大约从1990年中到1991年初，在美国储蓄和贷款危机爆发之后，恰逢海湾战争；第二，在2000年和2001年期间，源于“.com”业务的繁荣和随后的萧条；第三次是金融危机，大约从2007年到2010年，由美国的次贷危机引发。而美国国内的石油需求（主要来自于公路运输消耗，详见图12）和煤炭需求（主要来自于燃煤发电消耗）则属于整个经济体系的基本能源需求，受经济衰退的影响相对较小。

航空运输主要用于运输制造业产品，因此对经济衰退的反应更为精准。水路运输主要用于运输石油和其他大宗商品，因此随着石油产品产量略有下降，水路运输周转量也有所降低。铁路和公路运输主要是随着煤炭、农业、矿产和制造业生产的增长而呈现相应的增长。由于石油使用量和水煤浆总产量一直没有显著波动，因此管道运输周转量也基本保持稳定。

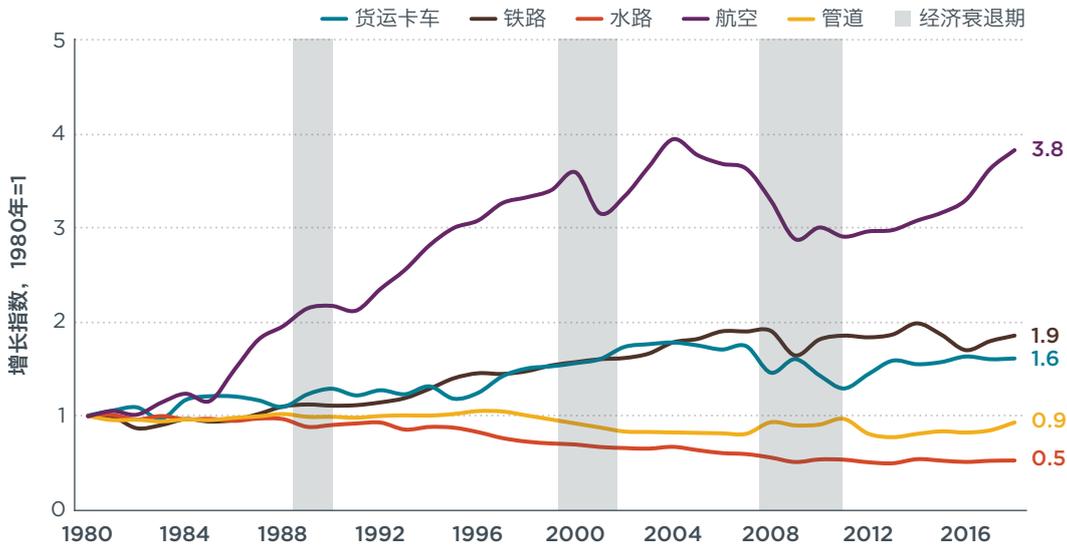


图 10. 美国各运输模式的周转量 (吨-公里) 增长趋势, 以1980年为基准

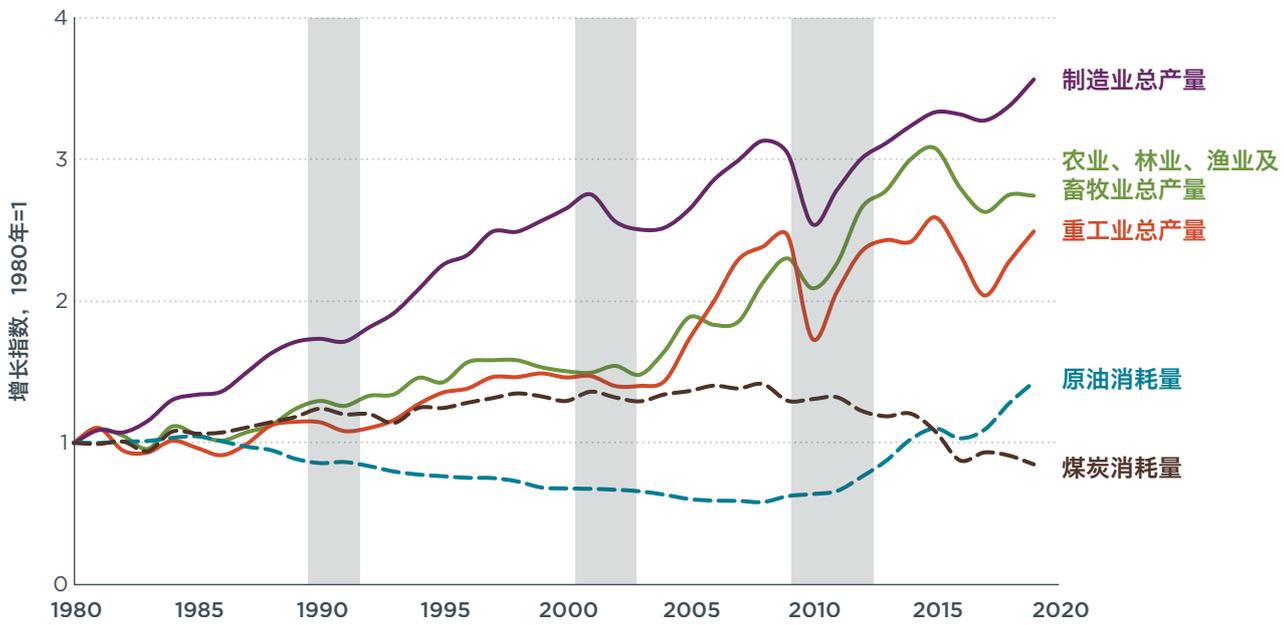


图 11. 美国不同经济领域的增长趋势 (按总产量) 及石油和煤炭消耗量指数, 以1980年为基准。

数据来源: 美国商务部经济分析局 (2020)

美国2018年能源消耗量

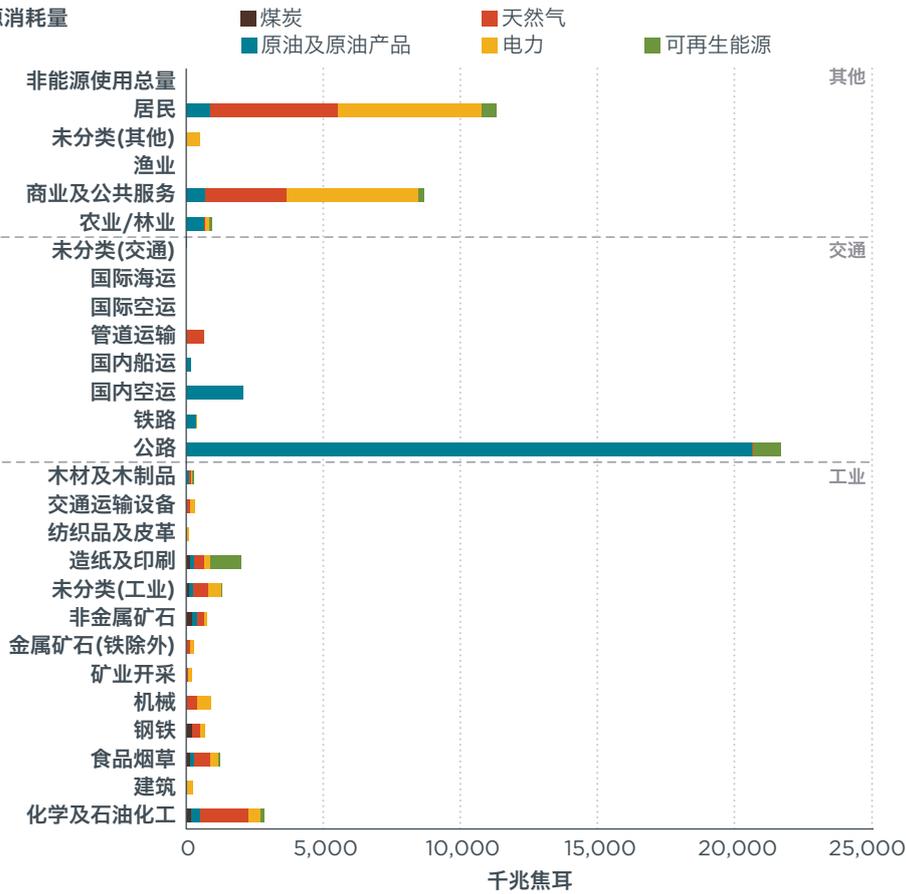


图 12. 2018年美国各行业领域能源消耗量。

数据来源: 美国能源信息管理局 (日期未标注)

中国货运领域特征

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)。其中, 公路运输在货运重量和货运周转量方面都居主导地位, 2018年公路运输承载的货物重量达到395亿吨以上, 货运周转量达到7.1万亿吨-公里。水路运输是中国的第二大运输模式, 2018年中国水路运输货运量达到63亿吨, 货运周转量达到4.7万亿吨-公里 (图13)。

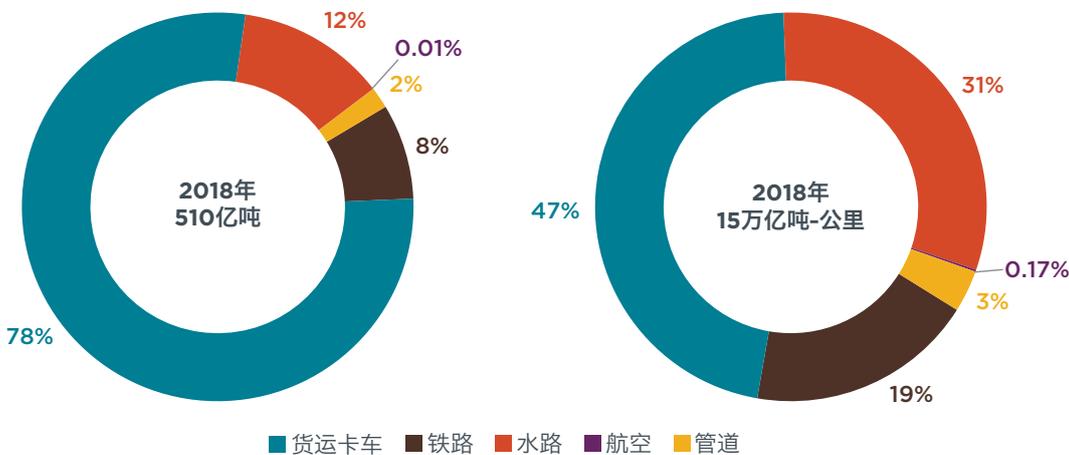


图 13. 2018年中国按运输模式划分的货运重量和运输周转量 (吨-公里)。

数据来源: 国家统计局 (2019年)

水路主要用于矿产品的运输(图14)。铁路运输周转量约为2.9万亿吨-公里,货运重量达到44亿吨,其中约53%的是煤炭及煤炭类产品,这一比重较1997年的46%有所增长。铁路运输在矿产、石油产品和农产品运输领域也起着重要作用,且集装箱运输的份额占比为10%。与公路运输不同,水路和铁路的货运周转量(吨-公里)占比份额要高于货运重量占比份额,这表明这两种运输方式都更多的应用于较长距离的运输需求。此外,铁路和水路运输的商品类型非常接近,大多是价值较低的大宗货物。

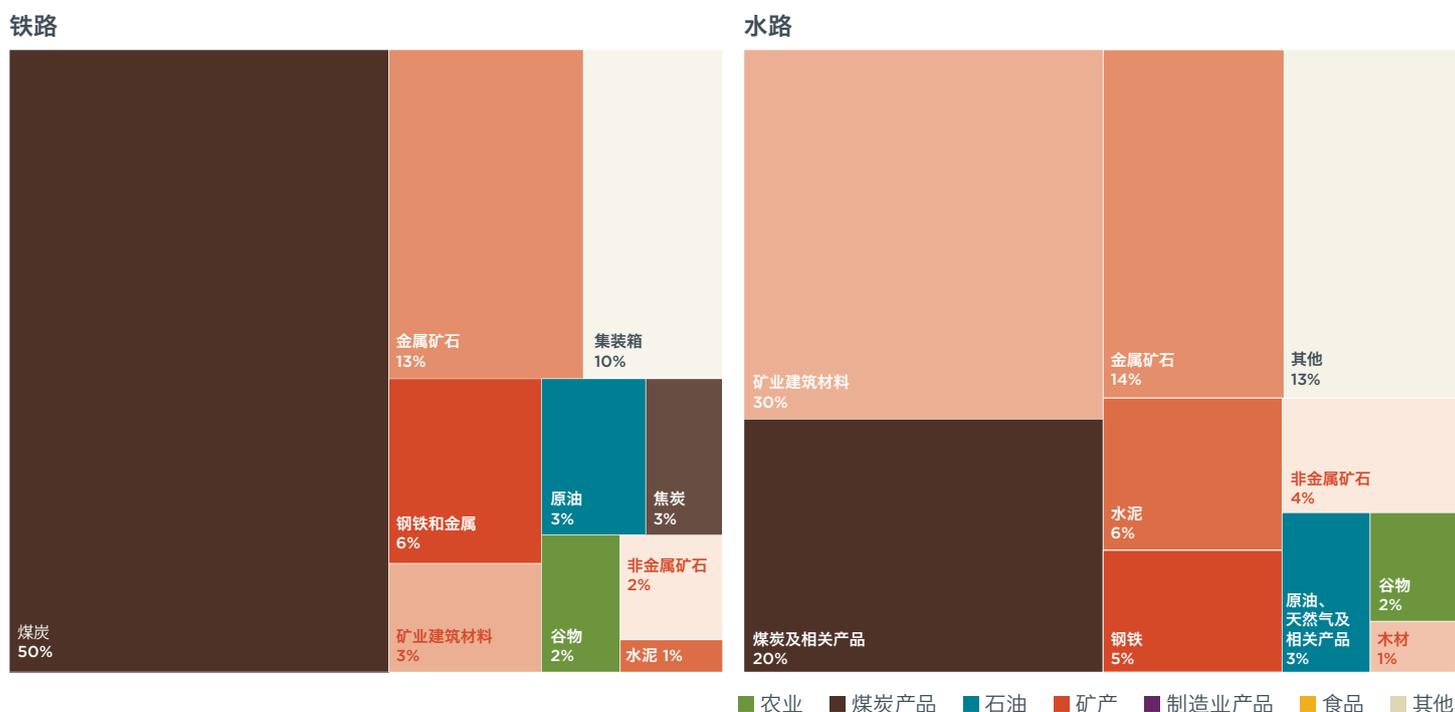


图 14. 2018年中国各类运输模式运载的前十类货品。

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。

在中国, 不同运输模式的平均运输距离差异很大, 仅铁路和水路在平均运输距离方面存在较强的相互竞争力(详见图15)。航空运输的距离是所有运输模式中最长的, 其次是铁路、水路, 最后是公路。航空运输距离从1978年的1500公里增加至2018年的3500公里以上。公路运输的平均运输距离在过去40年中从32公里增加至180公里, 不过图15中并没有完全展示所有这些变化。与航空和公路运输相比, 铁路和水路运输距离的变化较小。四十年来, 铁路运输的平均运输距离从485公里增加至约716公里, 而水路运输的平均运输距离则从301km增加至753公里, 铁路和水路在运输距离基本在同一水平范围。

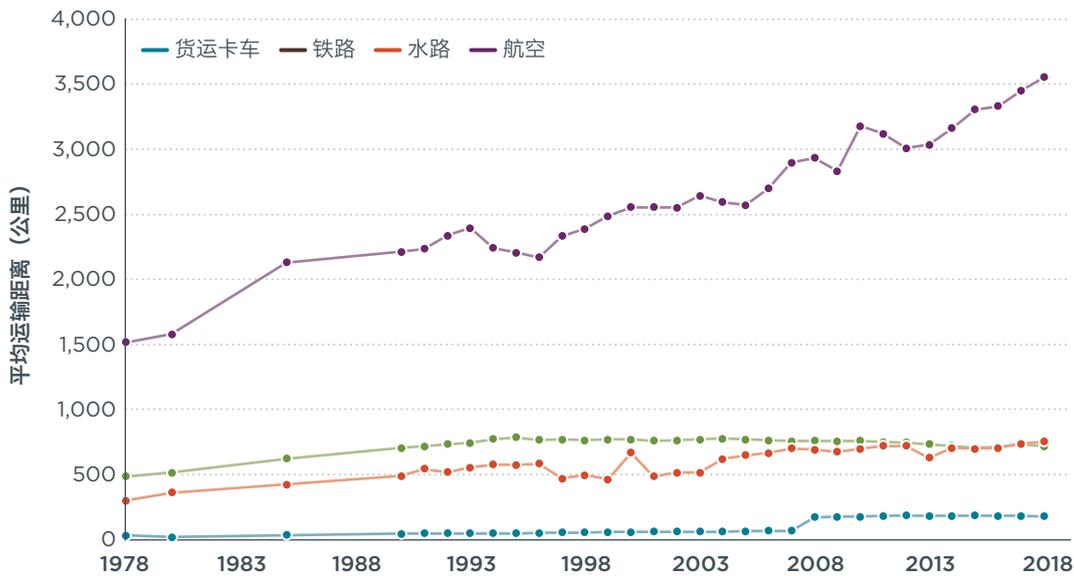
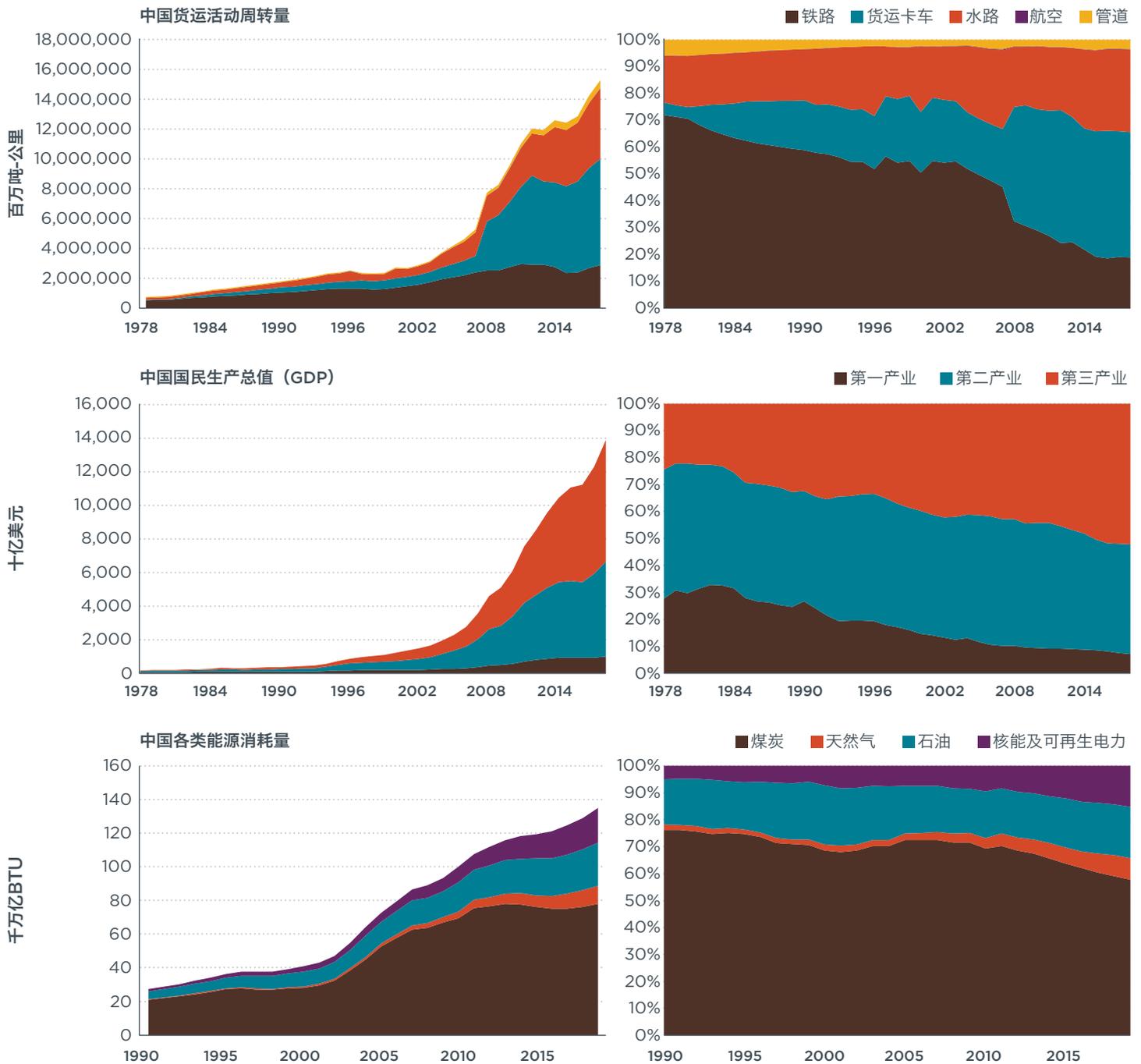


图 15. 中国1978-2018年各类运输模式的平均运输距离。

数据来源: 国家统计局 (2019年)

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 (图16和图17)。其中, 公路运输周转量增长了200多倍; 自21世纪初开始公路运输飞速发展, 在2004-2011年期间实现了两位数的年均增长率, 随后在过去十年中增速放缓至年增长率6%左右。随着中国成为“世界工厂”和向高附加值产品转型的影响, 航空运输的增长也非常显著, 增幅达到了270多倍。水路运输周转量的总增长幅度约为36倍, 并且在过去十年中依然保持着年均10%的增长率。随着对石油产品需求的增长, 管道运输周转量的增幅也超过了10倍。



2008年公路运输周转量的快速增长是由于统计口径方面的变化

图 16. 1978-2019年中国各运输模式的货运周转量和市场份额占比、各经济领域的GDP以及不同类型能源的能源消耗量。

数据来源：国家统计局（2019年）

尽管所有其他运输模式都在持续强劲增长，但自2011年达到峰值后，铁路运输周转量一直没有进一步显著增长。即使自2018年起中国在国家与地方层面都对大宗货品实施了运输结构调整的战略（公转铁、公转水），过去十年中铁路运输的平均年增长率仍不足2%。不过，运输结构调整战略成功地逆转了铁路运输周转量在2012-2015年期间呈现的下降趋势。

就各运输模式的份额占比来看，自2008年以后，公路运输开始承担中国大部分货运周转量并超越铁路运输成为首要运输模式。1978年时，铁路运输在货运市场中居主导地位，约占货运市场份额的70%，而到了2018年，铁路运输的份额占比下降到不足20%，也就是说40年来铁路运输周转量的份额占比下降了75%。公路运输的市场份额从1978年的不到5%增长至2018年的近50%。水路运输也抢占了铁路运输的部分市场，其市场份额从1978年的18%增长至2018年的30%以上。由于独特的运输需求和模式，在图中展示的年份中，管道运输始终保持着3%左右的货运周转量占比。

尽管缺乏按商品类型划分的详细货运周转量数据，但仍可以看出，货运周转量及其发展趋势与国家的总体经济发展息息相关，货运周转量与GDP呈现出同步增长（图16）。第二产业（制造业，如图18所示）在经济中的主导地位带来了商品运输方面的巨大需求，无论是主要通过铁路和水路运输的大宗货物还是主要通过航空和公路运输的高附加值制造业产品，都在推动运输活动的快速增长。随着中国从重工业经济向服务型经济转型，货运需求也在逐步转向轻量化、高价值化和高时效性化，这导致了航空和公路运输周转量的爆炸式增长（图17）。

决定各运输模式货运周转量和份额占比的另一个潜在因素是中国的能源消费趋势。由于第二产业快速增长，能源需求，特别是煤炭需求显著增加，这主要是来源于钢铁、非金属矿产、化工和石化行业的能耗需求导致的（图16和图19）。在中国，制造业所使用的煤炭占煤炭消耗量的半数左右，另一半则用于发电。尽管煤炭和煤炭产品占铁路运输总量（按重量计）的50%以上，占水路运输总量（按内陆港口吞吐量计）的20%以上，但中国的煤炭运输仍然依赖于公路运输，这也导致了公路货运周转量的显著增长（如图17所示）。

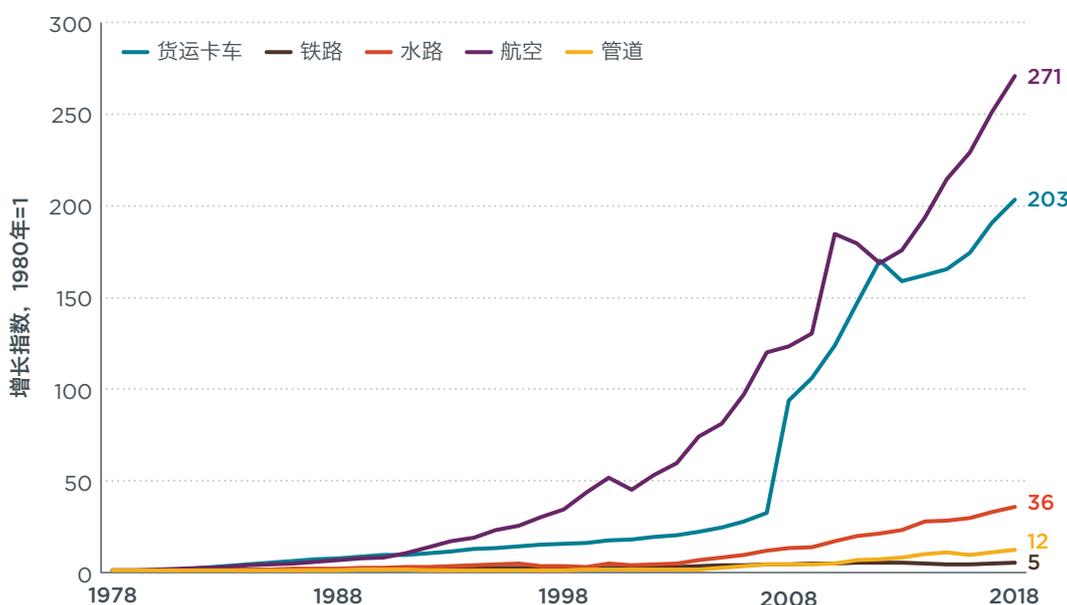


图 17. 中国各运输模式的周转量（吨-公里）增长趋势（以1978年为基准）

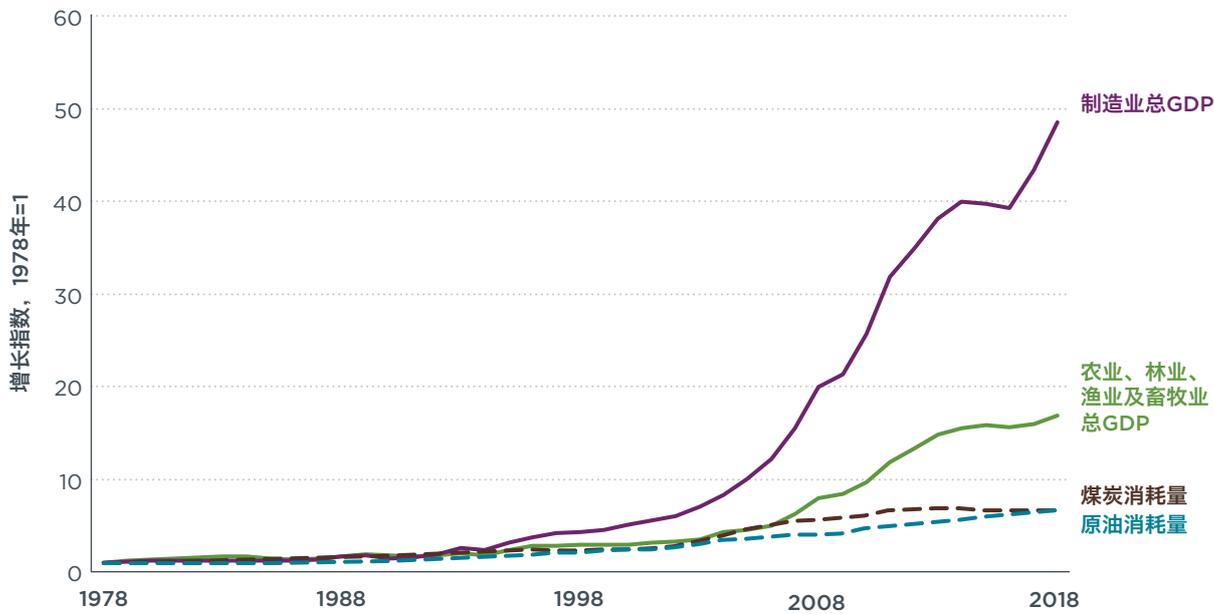


图 18. 中国不同经济领域的GDP增长趋势及石油和煤炭消耗量指数, 以1978年为基准。

数据来源: 国家统计局 (2019年)

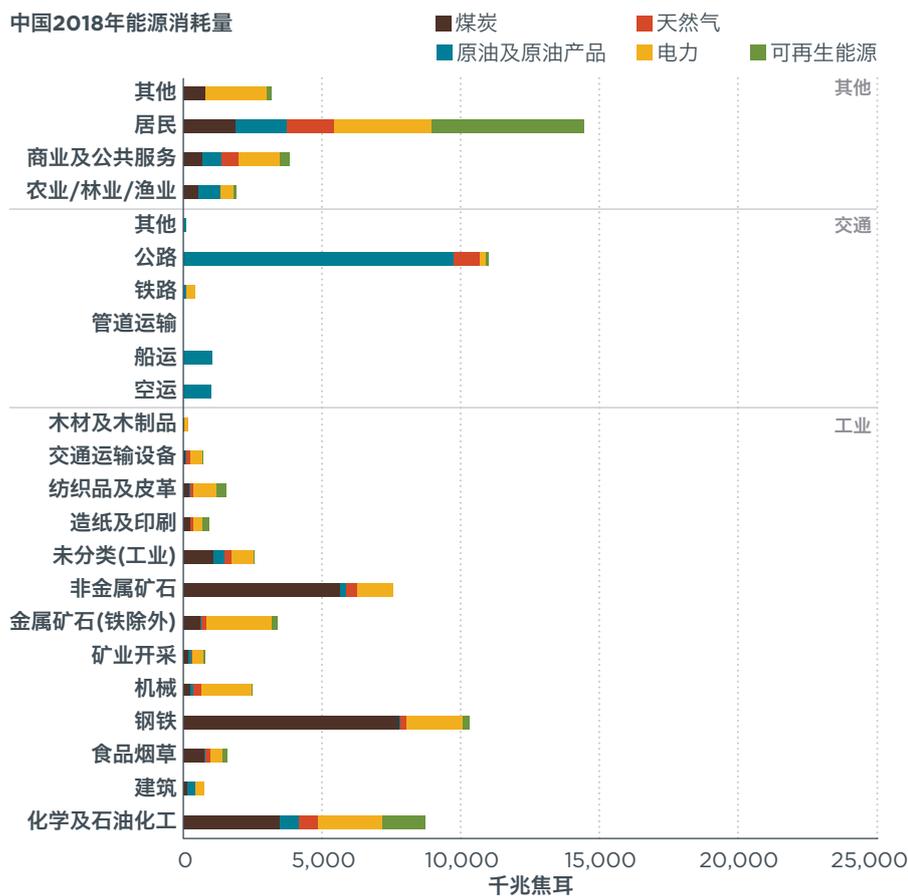
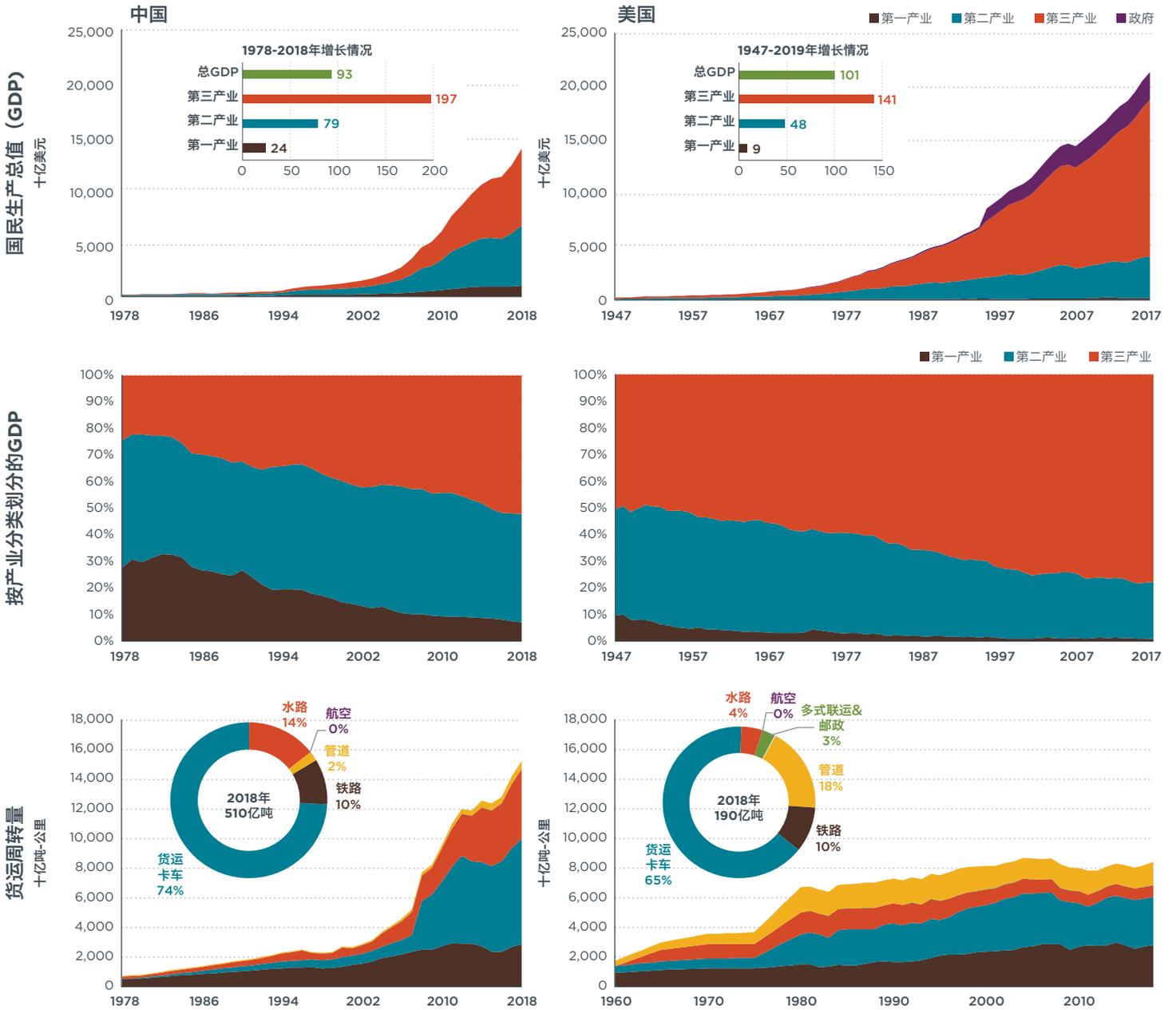


图 19. 2018年中国各行业领域能源消耗量。

数据来源: 国际能源署, (日期未标注)

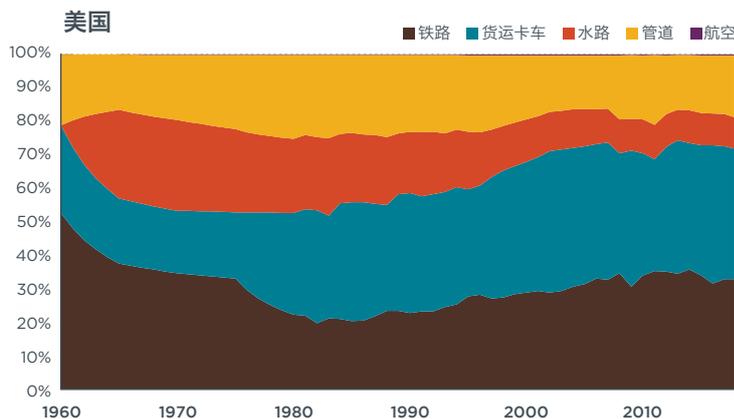
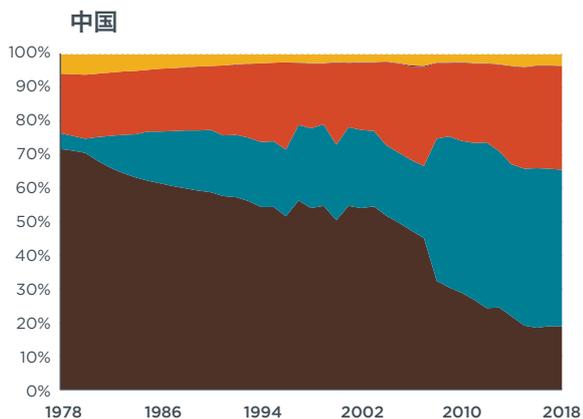
中美对比

通常来说，我们不会将货运需求视为一项独立要素，因为它会受到经济、物流、运输⁵、政策以及监管等多方因素的影响。反过来，货运领域同时也是经济活动背后的关键驱动因素（Grenzbeck等人，2013年）。下文中的对比主要关注于两国货运活动的主要发展趋势，并将讨论潜在驱动因素，作为核心图表，图20展示了对比的主要内容。



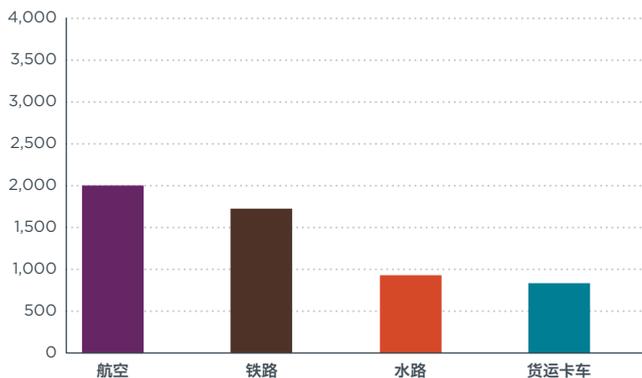
⁵ 物流因素是指行业供应链中的要素；运输因素是指用于运输货物的基础设施、技术和燃料。

按运输模式划分的货运周转量

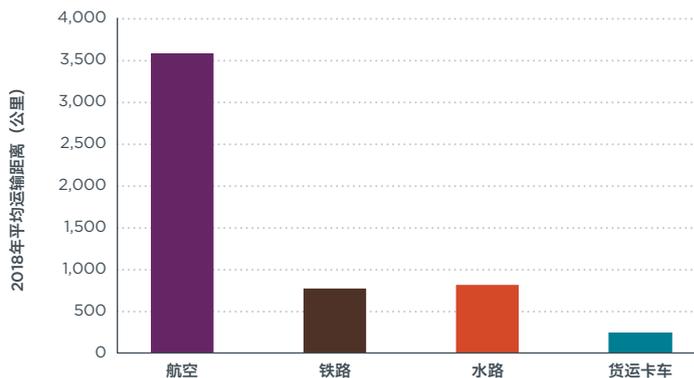


2018年平均运输距离

2018年平均运输距离 (公里)



2018年平均运输距离 (公里)



2018年按产业部门划分的能源消耗量

千吨标准煤

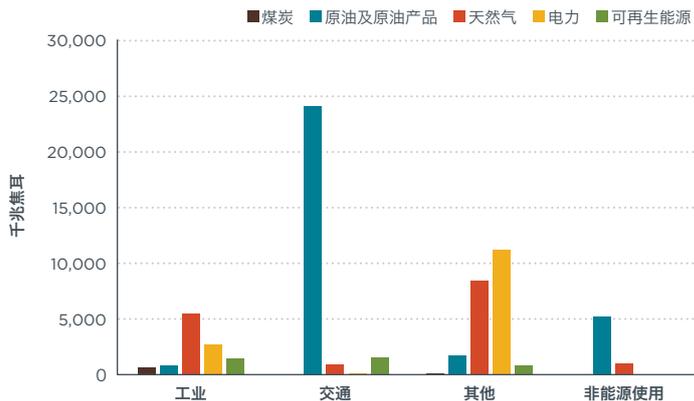
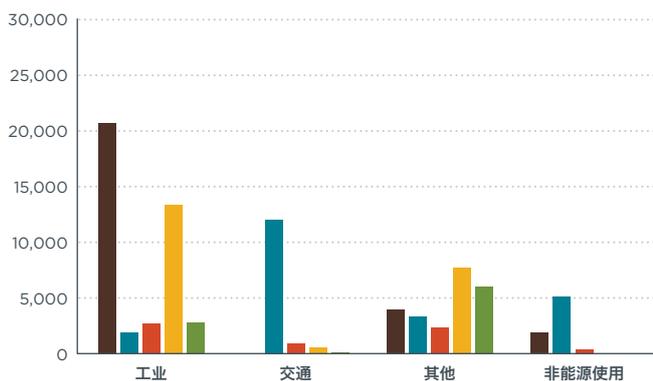


图 20. 中美两国主要货运活动、经济指数和发展趋势对比

- » 中美两国的货运活动都呈现出了巨幅增长，这与经济增长，特别是服务型经济产业的发展密切相关。两国的公路运输在货运领域的占比增长最多（无论是货运重量还是吨-公里周转量），铁路和水路运输占比相应有所下降。这反映出两国都倾向于生产高附加值、高时间敏感性的产品，且更倾向于采用公路运输来运送这些产品。虽然航空运输的占比很小，但也呈现出了同样的快速增长态势。随着第三产业（服务业）的快速增长，小型化、准时化的货运需求不断增加，这就要求运输行业提供更加灵活且更加及时的配送服务。因此，相对于铁路和水路运输，第三产业运输会更倾向于相对更加可靠的公路运输、航空运输和多式联运。
- » 然而，两国之间的铁路、水路和管道运输增长趋势差异较大。铁路运输在美国货运周转量中的占比有所增加，水路运输有所下降，管道运输则基本保持稳定，这三种运输模式的货运周转量增长与总体货运需求增长大致同步。而中国的铁路运输在货运周转量中的占比显著下降，水路运输略有增加，管道

运输基本保持不变；三种运输方式的货运周转量均有所增加，但与整体货运周转量的增长不成比例，其中铁路运输的增长速度要远远低于其他运输模式。中国的水路运输仍保持着强劲增长势头，这可能是由于制造业对煤炭和矿产的大量需求。中国的管道运输周转量有所增加，但其运输的是特定商品（主要是石油、天然气和石油产品），市场份额很小。中国的铁路运输周转量仍呈增长趋势，但与其他运输模式相比增幅较为缓慢，导致铁路运输的市场份额大幅下降，大部分市场被公路运输占据。这可能是由于随着中国经济转型，商品的附加值和运输时效性要求变得更高，并且公路运输在成本和路网覆盖率方面更具竞争力。

- » 在美国，铁路运输的应用更加多样化。美国的铁路运输在煤炭运输领域的份额占比约为40%（按吨-公里周转量计），同时在多式联运中占据主导性地位（吨和吨-公里运输量），这两方面的运输需求确保了铁路运输在美国货运活动中的重要作用。中国方面，尽管煤炭和煤炭产品占铁路运输量的一半以上（按吨计），但由于其他商品对铁路运输的使用有限，铁路运输的应用率持续显著下降。
- » 美国的管道运输占比远高于中国。管道在中国主要用于运输石油、天然气及石油相关产品，但在美国除了用于石油及石油产品运输外，还会用于运输水煤浆；且美国的石油及石油产品消耗量是中国的两倍，因而产生了更大的管道运输需求。此外，1997-2018年期间，管道水煤浆运输量增长了50%（吨-公里周转量），额外增加的水煤浆运输需求和原有的石油运输需求将管道运输在美国货运周转量中的份额稳定在20%左右。
- » 美国铁路和公路的平均运输距离比中国长得多，航空运输则恰恰相反。尽管公路运输在两国均主要用于较短距离的运输，但在美国行驶的距离相对更长，这可能是由于美国的“最后一英里运输”需要运送更长的距离，或是美国需要通过公路运输来运送更多附加值较高和对配送时效性要求较高的产品。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。航空运输方面，在地理面积相似的情况下，中国航空运输的平均运输距离要远高于美国。
- » 随着中国人口和经济活动的增长，对食品、服装、住房、能源和制造业产品及其后续运输服务的需求也将持续增加，货运活动预计也将随之增长。考虑到第三产业的扩张及制造业产业的结构调整，以及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。这将需要更多的公路和航空运输服务，但更重要的是，需要根据美国的经验，采用多式联运机制，以建立更快、更可靠、更具成本效益的货运体系。
- » 然而，由于中国货运领域可应用的公开数据有限，阻碍了我们对中美两国货运体系的形成过程进行进一步深入比对。美国于1993年开始开展商品流向调查（CFS），该项目作为经济普查的一部分，每五年进行一次。该调查提供了全国货运流向的全面情况，涵盖了装运商品类型、原产地、目的地、价值、重量以及运输模式方面的数据信息。这些信息能够帮助我们评估运输活动需求，全面掌握运输商品类型和车辆流向情况，跟踪了解货运领域的动态变化。相比较而言，中国的大部分数据相对较新，也缺乏关于不同种类商品运输方式的详细信息。

货运领域发展战略和政策措施

为实现绿色货运体系而采取的各项政策法规会直接影响到每一种运输模式的服务品质、运输价格、运输系统整体效率，并最终影响到消费者对运输模式的选择。以下章节将回顾美国和中国在货运领域实施的发展战略和政策措施，以了解构建和调整运输体系的关键政策驱动因素。

美国货运领域的发展战略和政策措施

图21展示了美国历史上几个主要阶段的货运政策。

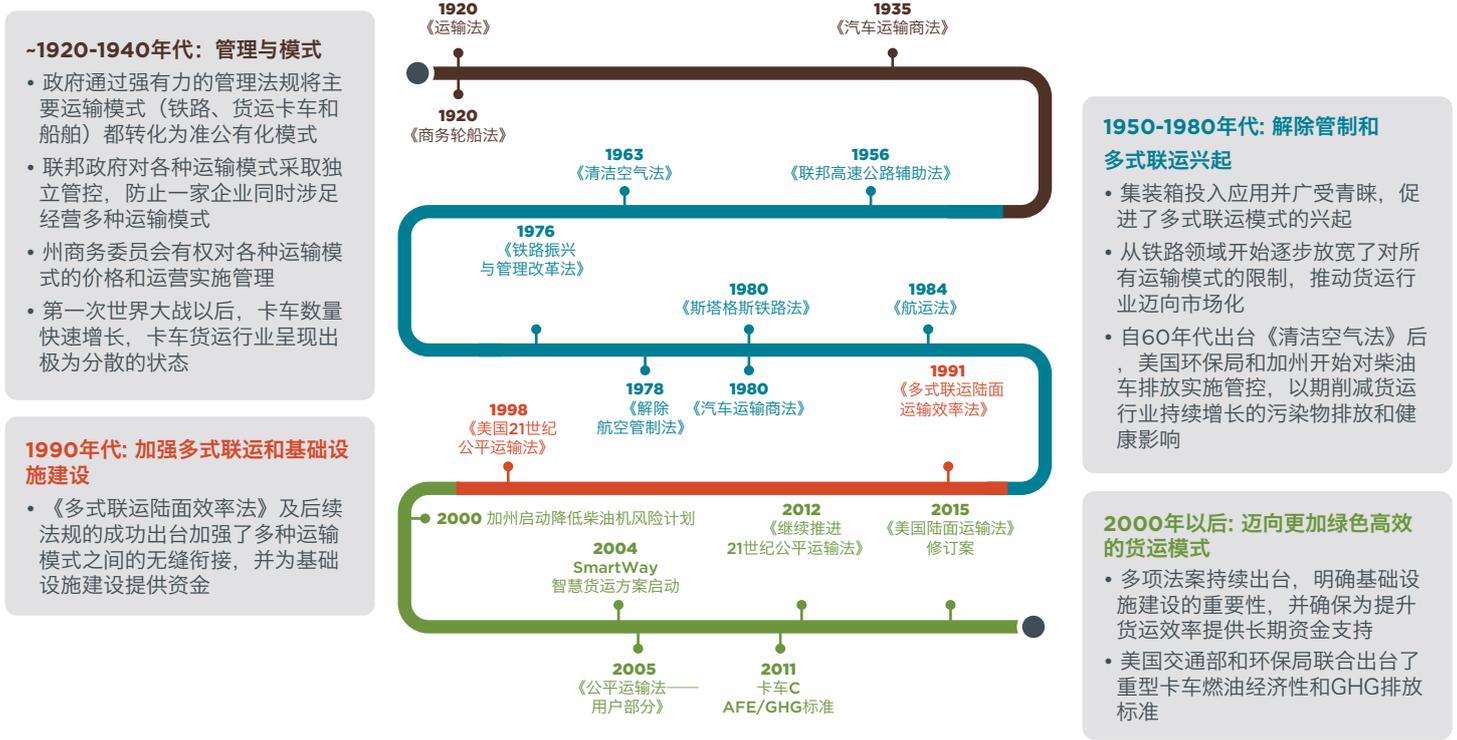


图 21. 美国货运领域关键政策实施时间表

1920 - 1950年：管理与模式主义的兴起

在早期阶段，美国联邦运输管理法规的作用主要是从立法层面限制竞争并防止运输行业内形成系统化发展。这导致铁路、公路和水路等主要运输模式都从私营企业转变成了准公有制经营模式 (Donovan, 2000年)。联邦政府成立了州际商务委员会 (ICC)，旨在监管各种运输模式和承运商的经营情况和货运费率 (价格)，最先从铁路运输开始监管，随后扩展至公路 (卡车) 和船舶承运商。例如，1920年出台的《运输法》 (又称为《艾什·康明斯 (Esch-Cummins) 法案》) 授权州际商务委员会负责批准铁路合并、制定费率、批准放弃服务以及承担额外的监管职责。

20世纪20年代开始，货运卡车和高速公路的数量迅速增加。公路运输比铁路运输更灵活，便于提供更好的服务，因此公路运输开始侵蚀铁路运输的部分业务。当时，公路运输行业高度分散，由数以千计的小型企业组成，其中许多是只有一辆货运卡车的个体业主。为了更好地“规范”新兴的公路运输业并防止与其他运输方式 (如铁路) 的竞争，1935年出台的《汽车运输商法》规定跨州际运输的汽车运输公司需获得联邦经营许可证，在这种管理制度下，汽车运输公司垄断了部分特定的运输线路和商品运输

市场。根据该法案，州际商务委员会有权设定公路运输服务的最低和最高费率，收费低于规定费率也是违法的。

这些管理规定使各种运输模式在实践中被分离开来，阻止了承运企业跨运输模式开展运营。虽然在陆上和水上长途运输货物时仍需使采用几种不同的运输模式，但运程的每一段都会由不同的公司承运，采用特定的运输设备和方式。这一运输体系持续了几十年，期间几乎没有新的运营商加入竞争。美国货运史上通常将这一阶段成为模式主义时代。

1950 - 1980年: 放松管制与多式联运的兴起

集装箱成为了一个重大的技术突破。集装箱在1950年代首次引入并在1970年代获得广泛关注。集装箱化通过将货物放置在标准尺寸的货柜中促进了多式联运的发展，这些标准货柜可以通过所有陆面运输方式进行运输而无需打开和重新包装（Donovan A., 2000年）。这项技术创新使跨模式运输变得更为简化且更具成本效益。

第二个主要的突破来自于放松管制的浪潮。在严重受限和割裂的模式主义运输体系下，货运行业总体上效率低下、成本偏高且服务质量不尽如人意（Moore, 2002年）。此外，这种运输体系需要密集的劳动力在运输模式转换时来进行货物处理，因为没有任何一家公司可以负责整个运输流程，且货物包装和处理的方法也没有针对运输流程的所有环节来进行统一设计（Donovan, 2000年）。在这一时期，从事对接多种运输模式的新型技术和企业开始涌现。标准集装箱、驮背运输及多式联运等新兴技术和业务创新加速了货运管理方式的变革。越来越多的人呼吁减少阻碍运输业务发展的过度监管，允许运输企业以多种模式运营，并寻求跨模式的经济效率。

基于上述呼声，美国通过了多项法案，例如1976年和1980年针对铁路运输出台的《铁路振兴与管理改革法》及《斯塔格斯铁路法》、1978年针对航空运输出台的《解除航空运输管制法》、1980年针对公路运输出台的《汽车运输商法》、以及1984年针对海运承运业主出台的《航运法》。所有这些努力均旨在放松管制、加速货运行业的市场化以及允许现代运输体系下不同运输模式和区域之间的协调。州际商务委员会于90年代初被彻底取消。

1990年以后: 构建更高效、更综合、更绿色的一体化货运系统

1991年发布的《多式联运陆面运输效率法》（“冰茶法案”）则又是一项具有里程碑意义的立法，该法案消除多年来导致运输模式之间相互割裂的障碍，并推动了之前分离的各运输方式（公路、铁路、航空和水路运输）的跨辖区合作。该法案于1995年设定了美国国家公路系统（NHS），其中包括完整的州际高速系统、城乡主要干道、公路和多式联运枢纽。美国国家公路系统通过多式联运枢纽将所有运输模式联系在一起，起到了运输系统支柱的作用。多式联运枢纽是根据运输活动量和对当地经济的影响等关键因素来评判的，现阶段已达到了517个多式联运站（仅货运）和99个机场（客运和货运），他们提供了主要铁路、港口、机场和多式联运货运设施之间的“最后一英里”公路连接（美国交通部，2021年）。该法案及其后续法案，包括《美国21世纪公平运输法》（TEA-21, 1998年）和《安全、负责、灵活、高效的公平运输法（用户部分）》（SAFETEA-LU, 2005年）都为道路建设项目提供了创纪录的资金支持（例如Heartland货运走廊），对国家和地方层面均具有重大意义。

在这个阶段，每个运输模式仍然主要依赖于其自身的运输系统，而经济和贸易活动的增加导致了运输系统的许多环节出现拥堵，使货运速度变慢、效率降低、可靠性下

降。为了帮助解决这个问题，美国通过了一系列法案将交通系统视为一个整体来提高其效率 (Goldman, 2019 年)。2012 年出台的《推动21 世纪进步法案》(MAP-21) 指出了基础设施对于货运体系的重要性，并与2015 年出台的《美国陆面运输法》修订案 (FAST) 一起将联邦资金直接投入用于提升货运效率的项目。除了为货运基础设施提供拨款外，美国国会还制定了支持新运输技术研发的计划。

随着地面交通网络的发展，环境问题日益突出。自20世纪60年代以来，加州和美国环保局 (U.S.EPA) 持续出台和加严了一系列机动车和发动机排放标准，以减少交通领域带来的有害空气污染物排放，如碳氢化合物和氮氧化物等。20世纪80年代，随着对空气污染科学认识的提高，人们对空气污染的毒害性有了更深入的了解；特别是细颗粒物 (PM_{2.5}) 所带来的健康影响和提早死亡。广泛应用于货运行业的柴油发动机被认为是细颗粒物的重要排放源。加州率先针对新生产重型柴油车实施了颗粒物尾气排放标准。自90年代起，加州的重型车尾气排放标准与联邦标准实现了协同，直至今今天依然保持着一致性。美国目前实施的2010年重型车尾气排放标准中的主要污染物限值不到2000年标准限值的十分之一，由此可实现重型车主要污染物减排约95%，黑碳减排90%以上。2000年，加州空气资源委员会发布了《柴油机风险降低计划》，同期，美国环保局也推出了全国清洁柴油机行动，两者都旨在减少货运领域的尾气排放。自2004年开始，美国环保局启动了SmartWay运输合作计划，旨在示范、验证和推广货运领域的节油技术和节能减排战略。2011年，美国首次针对中型和重型车实施了温室气体排放和燃油消耗量联合标准，并在此后持续加严管理要求。

总而言之，美国交通运输体系的快速增长、放宽管制和多式联运的推进，加上经济增长、基础设施建设投资增加和技术创新，使交通运输行业得以重塑并为所有运输模式带来了生产力的显著增长。目前货运物流体系所关注的目标已经由原先的单一运输模式转变为总体的运输服务性能，并将着力于建立各种运输模式之间的无缝衔接也认定是非常重要的。在多式联运的框架下，不同运输模式还可以继续填补细分市场（如高速运输、低成本运输等）。美国交通运输体系的发展历史表明，放松管制、推动运输市场化才能实现繁荣发展。

随着对所有运输模式管制的放宽，从《多式联运陆面运输效率法》（“冰茶法案”，1991 年发布）到近年来发布的《美国陆面运输法》修订案（2015年发布），美国创造了一套新的集成化的国家货运体系管理和规划框架，该体系对货运体系进行了结构性的调整，重建了市场价格并在运输模式选择方面提供了更大的灵活性。同时，《清洁空气法》在减少货运领域排放方面启动了一系列行动，包括尾气排放标准、柴油车减排法 (DERA)、温室气体排放标准和SmartWay 等创新型项目。多年来，环保政策和法规不断加严，降低了交通运输部门的污染物排放并协同带来了污染物监测浓度降低和空气质量改善 (图22)。

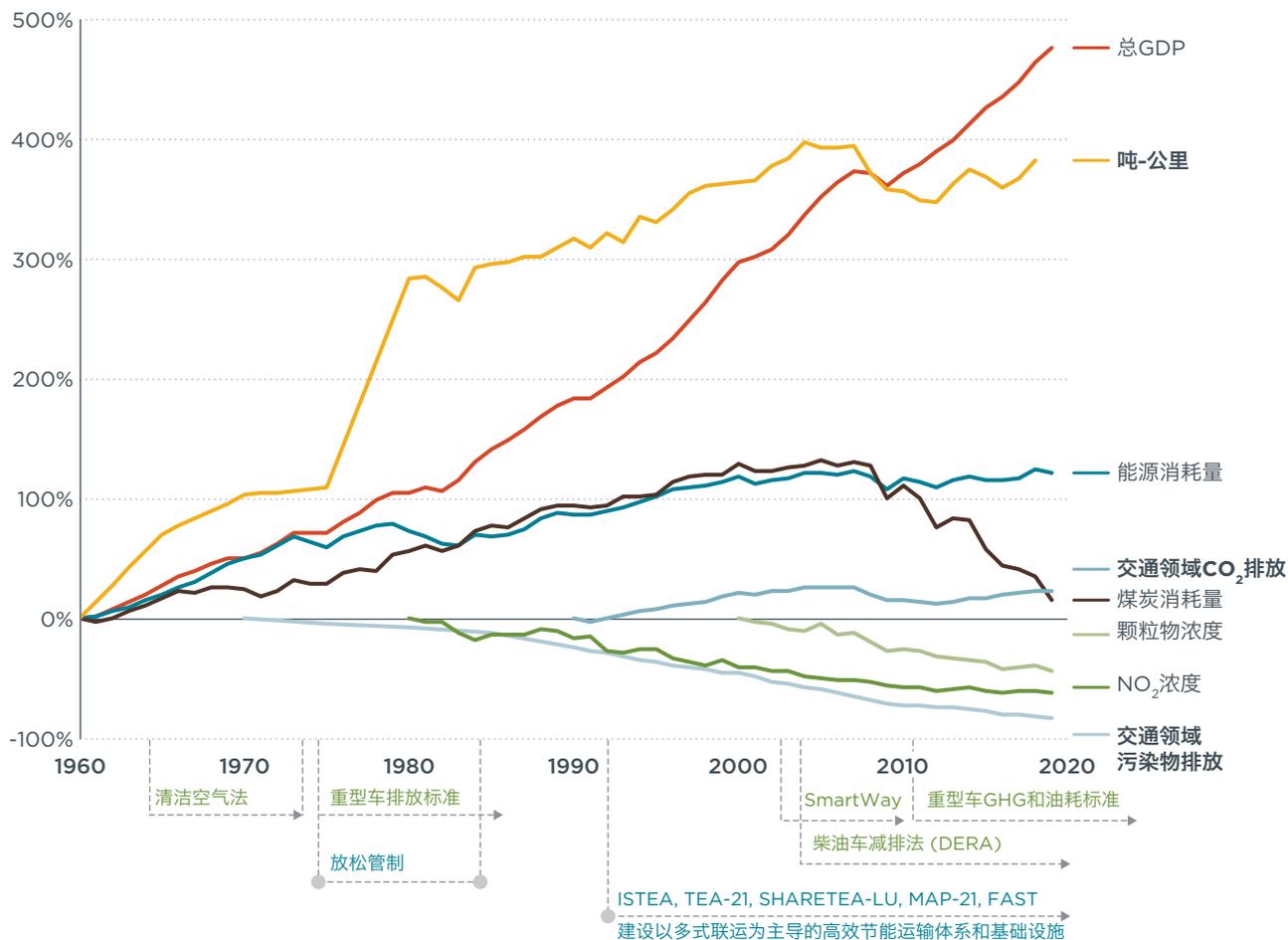


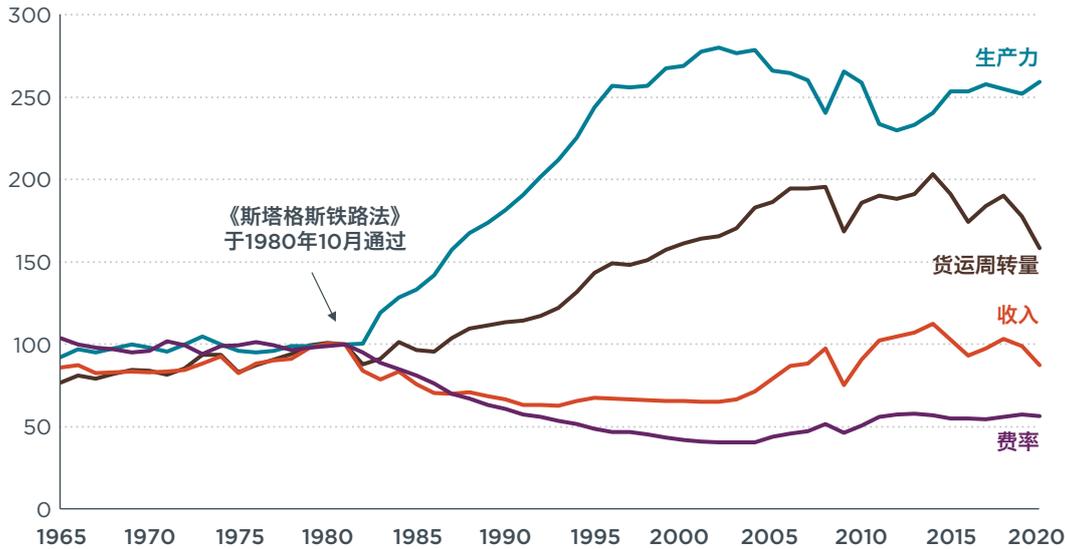
图 22. 1960-2019年美国各领域增长和排放下降情况
 颗粒物浓度和二氧化氮浓度为全国平均数据。

在下文中，我们将总结并举例介绍形成美国货运体系的主要管理方案、政策措施及核心要素。

放宽管制与市场化推进政策

20世纪80年代，美国联邦政府开始放宽对货运行业的经济管制（简称放宽管制）。由此带来的反应一直持续到90年代，导致航空运输业、铁路运输业以及最终汽车运输业发生了根本性的变革。例如，1980年出台的《斯塔格斯铁路法》取消了由州际商务委员会对运输市场进行监管的管理结构，取而代之的是一种更智能、以客户为中心、以市场为基础的发展路径（美国铁路协会，2020b）。该法案允许铁路运输行业以最高效的方式自主确定价格、路线和服务方式，同时也认可赚取足够收入的巨大需求。正如下图所展示的生产力、货运量、收入和价格发展趋势，可以看出改革为在60、70年代已濒临破产的铁路运输行业带来了显著影响，但监管机构仍然有权防止铁路运输行业出现不合理行为和不合理定价（美国铁路协会，2020b）。

美国《斯塔格斯铁路法》实施后的铁路货运发展情况 (1981年=100)



“费率”是每吨英里通货膨胀调整后的收入。“运量”是指吨英里。“生产力”是每固定美元运营费用的收入吨英里。“收入”是2020年的营业收入\$。

图 23. 美国铁路性能, 1964-2007 年。

资料来源: 美国铁路协会 (未标注日期a)。

资金支持、财税行动与政策措施

1956年出台的《联邦高速公路辅助法》与同年的《高速公路收入法》共同设立了高速公路信托基金, 将每加仑3美分的燃油税存入该基金, 并且到1959年, 增至每加仑4美分, 由此建立了扩大公路项目修建的融资机制。到1993年, 汽油和柴油的总税率分别调整至每加仑18.3美分和24.4美分, 此后一直保持不变。公路信托基金则增加了其他资金来源, 包括牵引车和重型货车销售税、重型车轮胎消费税、以及这些车辆的年度车辆使用税 (税收政策中心, 2020年)。此外, 在《21世纪公平运输法》下制定了《交通基础设施融资和创新法》(TIFIA), 旨在为重要的地面交通项目提供联邦信贷援助。该方案旨在利用大量私人共同投资来补充市场对贷款和次级贷款的需求 (美国交通部, 2005年)。除上述方案外, 《安全、负责、灵活、高效的公平运输法 (用户部分)》(SAFETEA-LU) 还通过提供私人活动债券和国家基础设施银行贷款, 来进一步加强和鼓励私人领域的投资。

现代货运体系与多式联运技术

如前文所说, 1950年集装箱的发明打开了多式联运发展的大门。集装箱可以在火车、轮船和货运卡车之间移动, 无需打开和重新包装货物。随后, 1977年发明了双层火车, 可用于运载两层集装箱, 1984年针对双层运输发明了专门设计的铁路凹底平车, 以降低垂直高度, 提高使用双层火车时的安全性 (图24)。双层集装箱运输的应用是美国铁路多式联运的一项重大发展, 占美国国内多式联运比例的70%左右 (TRAC多式联运, 日期未标注)。



图 24. 双层货运火车的图例

自动驾驶和车辆互联技术目前也开始在货运领域呈现出应用潜力。然而，许多联邦法规都是假设在任何情况下，均是由一个人来对车辆进行完全操控的。第115届国会详细讨论了针对汽车自动驾驶技术的联邦管理政策。众议院通过的《汽车自动驾驶法》（H.R.3388号）就旨在为轿车和轻型卡车的自动驾驶技术测试和应用制定新的管理法规，但其中并没有涉及商用车的相关规定。这方面规定会涉及到公路运输行业中正在测试的列队行驶技术（图25）。在列队行驶过程中，货运卡车会紧跟前车，从而减少高速行驶时的阻力，实现节油目的（跟车约可节油10%，头车约可节油5%）。



图 25. 货运卡车在高速公路上列队行驶的示意图

多式联运基础设施

在美国国家公路系统中共有517个货运专用枢纽，包括253个港口（海港和河港）、203个公路/铁路货运站点和61个管道/公路货运站点，另外还有99个以货运用途为主的机场（根据《美国21世纪公平运输法》的审查要求，这些机场必须同时兼顾客运和货运）（美国交通部，2000年）。尽管这些运输枢纽在公路系统中的里程占比不到1%，但确是保障货运准时性和可靠性的关键（美国交通部，2000年）。

考虑到最大的货运流量其实集中在相对较少的几条货运线路上，美国投资建设了货运走廊，货运走廊能够兼容双层货运火车，以缓解公路系统的拥堵问题（美国交通部，2017年）。阿拉米达货运走廊就是这样一个试点项目，由阿拉米达货运走廊管理局（ACTA）建造，并负责维护和管理。阿拉米达货运走廊管理局是由城市和港口管理部门组成的联合部门，该货运走廊用于连接港口（洛杉矶港和长滩港）和洛杉矶市中心附近的横贯大陆铁路。阿拉米达货运走廊管理局在《美国21世纪公平运输法》授权下获得了联邦资金支持，另外根据1976年出台的《铁路振兴与管理改革法》，1997年的《联邦综合拨款法》下获得了联邦贷款（美国交通部，1999年）。修建货运走廊的其他主要资金来源还包括债券发行收入、洛杉矶运输局的地方税收以及港口方面的资金贡献（美国交通部，1999年）。该货运走廊将铁路线整合为一条速度更快、更直接的路线，消除了车辆等待时间和铁路交叉口道路堵塞而产生的排放，并允许通过铁路运输更多货物，所有这些都为该地区带来了更大的环境收益（阿拉米达货运走廊管理局，2021年）。

随后，《安全、负责、灵活、高效的公平运输法（用户部分）》（SAFETEA-LU）指派了对口资金用于货运走廊建设，以促进经济增长和国际或区域间贸易，这一行动被命名为国家货运走廊基础设施改善计划。该计划专注于推动具有国家和区域性意义的跨州际项目，最大程度地挖掘运输活动的安全性、保障性和高效性潜力。例如，连接大西洋中部地区（弗吉尼亚州诺福克港口）和中西部两个目的地——伊利诺斯州的芝加哥市和俄亥俄州哥伦布市的Heartland货运走廊是由诺福克南部铁路公司、联邦公路管理局和弗吉尼亚州、西弗吉尼亚州以及俄亥俄州政府之间公私联合建设和管理的。Heartland货运走廊以及沿途修建的多式联运基础设施均可适用于双层货运列车，直接推动了沿线运输向多式联运的转型，在降低成本、缩短运输距离的基础上提升了货运效率（可持续城市货运系统优化中心，2021年）。修建货运走廊还能够带来一些其他收益，由于货运卡车交通改道，其他交通活动的畅通程度得到了提升，货运卡车排放量减少能够带来环境效益，货运走廊沿线的经济发展也会加速，社会效益提升，同时还能优化全球贸易运输线路（可持续城市货运系统优化中心，2021年）。

环境政策

美国环保局从20世纪70年代中期开始针对道路车辆（重型车）逐步制定了更加严格的污染物排放标准，自90年代初开始针对非道路发动机和移动机械（机车、船舶和飞机）制定标准，同时还出台了超低硫燃料标准。在国家道路交通安全管理局（NHTSA）的协调下，美国环保局于2011年发布了适用于2014-2018车型年中重型货运卡车的温室气体排放和燃油经济性标准，又称为第1阶段标准，随后在2016年确定了适用于2027车型年以前的第2阶段标准，对燃油能效要求进行了更严格的规定。此外，美国环保局还在推动采用替代燃料，以节约化石燃料使用量和减少排放。

美国环保局从2004年开始启动了SmartWay运输合作计划，以加快先进技术和战略的应用，来提高燃油效率，减少货运部门的温室气体和其他污染物排放。SmartWay作为政府与行业的自愿合作计划，在美国推动了可持续运输供应链

的发展,避免了超过1.5亿吨的空气污染物(NO_x, PM和CO₂)并节省了3.12亿桶石油当量(美国环保局, 2021年)。SmartWay计划中开展的节油技术及战略方案试点又进一步促进了美国环保局在此基础上制定新的管理标准(Grenzeback等人, 2013年)。

为了达到国家环境空气质量标准(NAAQS),美国针对空气质量不达标的州实施了额外的管理方案。《清洁空气法》要求环境空气质量不达标的地区制定一项实施计划来促进

达标。联邦政府会为实施计划提供支持,例如“冰茶法案”和《美国21世纪公平运输法》中设立的缓解拥堵和空气质量改善计划(CMAQ),以此作为帮助空气质量不达标的州实现减少交通拥堵和改善空气质量的灵活资金来源。

研究与数据

美国交通部的运输统计局和人口普查局每五年会针对承运商开展一次商品流向调查,以获得货物运输信息。这项调查的设计目的是为了提供全国层面、高层次的货运整体情况。不过,调查样本量并不足以提供任何特定城市或区域的可靠数据。该调查不记录运输流量,不区分进口和国内货运。在《美国陆面运输法》修订案中,国会要求交通部“考虑对现有的货运数据收集工作进行改进,以减少目前货运数据统计方面的空白和缺陷”,国会需要进行的另一项政策决定是,是否应由联邦政府负责为各州和地方交通规划部门提供足够的货运数据信息。

美国交通部联邦公路管理局(FHWA)以商品流向调查数据为基础,推出了货运分析框架(FAF)这个公开的工具,并对国内和国际原产地与目的地之间的商品流量进行长期预测分析(Hwang等人, 2016)。除了每五年从商品流向调查收集的数据外,货运分析框架中还包括来自统计局的国际贸易数据以及来自农业、开采、公用事业、建筑、服务和其他部门的数据(美国交通运输统计局, 2021年)。货运分析框架旨在通过分析各种运输模式对近年的情况进行估计和对未来发展趋势(2050年)进行预测。

美国在推动货运领域发展研究方面还包括在《安全、负责、灵活、高效的公平运输法(用户部分)》(SAFETEA-LU)下设立的的地面运输计划,该计划旨在通过开展基础性、长期性的道路发展研究,填补重大研究缺口,解决涌现出的影响国家货运领域发展的新问题,同时开展相关政策及规划研究(美国交通部, 2005年)

中国的货运领域发展战略和政策措施

中国交通运输结构调整的历史可以追溯到2017年天津、唐山、黄骅等港口禁止接受公路运输的集港煤炭开始。2018年,国务院、各部委、地方各级政府和重点企业制定了一系列交通运输结构调整政策,要求加快交通运输结构调整部署,全面推进“公转铁”、“公转水”和多式联运发展,其目标是增加铁路和水路货运量,缓解公路运输负担和环境影响。同时制定了重点地区和全国层面的详细发展目标,要求到2020年,国家铁路货运量较2017年水平增长30%。这些要求主要针对于大宗货物运输,例如重点地区沿海主要港口2018年底前煤炭集港全部通过铁路或水路运输,2020年采暖季前(通常在11月左右)矿石、焦炭等大宗货物主要采取铁路或水路运输方式。

2019年发布的《交通强国建设纲要》(以下简称《纲要》)提出了在中国发展现代综合交通运输体系的目标。《纲要》提出支持综合货运网络和枢纽的建设,以满足提高

运输效率的需要。更重要的是,该《纲要》强调了在中国建设一个由创新技术支持的更绿色、更可持续的交通体系的重要性。

中国在应对货运领域排放问题方面的历程则要丰富更多。中国于2000年左右分阶段实施了第一套重型车尾气排放标准——国I标准,北京等主要城市开始实施的时间还要更早一些。在大约20年的时间里,中国已经升级到了国VI标准,该标准被认为是世界上最严格的标准之一。与此同时,重型车第一阶段燃油消耗量限值标准于2011年首次实施,并于2019年开始实施第三阶段标准。2016年通过的新《大气污染防治法》(新《大气法》)明确赋予了生态环境部在减少交通运输领域排放方面的权力,并将空气质量管理 and 削减温室气体作为道路和非道路交通运输部门的优先任务。

尽管随着经济的发展和能源消耗的增加,货运活动也大幅增加,但中国依然实现了空气质量改善(图26)。我们看到车辆排放量的增长远低于货运活动的增长,且排放增长速度开始趋缓并走向下降趋势。

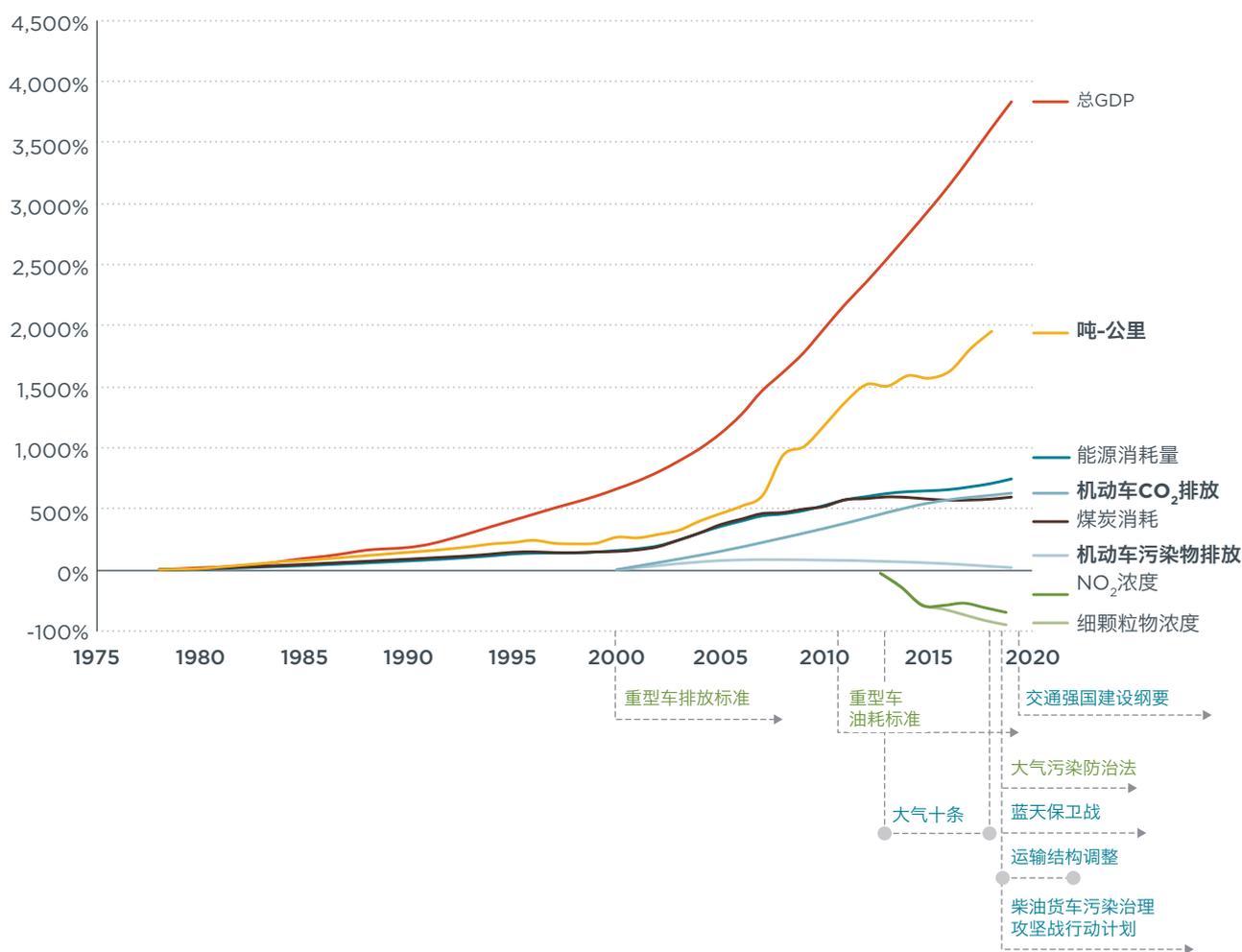


图 26. 1978-2019年中国各领域增长和排放变化情况

颗粒物浓度和二氧化氮浓度为全国平均数据。

在下文中,我们将总结并举例介绍形成中国货运体系的主要管理方案、政策措施及核心要素。

放宽管制与市场化推进政策

几十年来，中国一直对各种运输方式实施独立监管，直到最近几年才有所改变。1975年来，公路和水路运输由交通运输部（MoT）管理，而铁路则由国家所有，由铁道部管理。在2000年左右第一家私营航空公司成立之前，所有航空公司也都是国有的，之后交通运输部在2008年接管了民航总局。直到2013年，中国才撤销了铁道部，成立了当时的中国铁路总公司，负责铁路的建设和管理。2019年，公司重组为中国国家铁路集团有限公司（国铁集团），是一家国有独资企业，负责承担铁路客货运输服务。未来，国铁集团预计将与其他运输模式形成竞争，在服务、价格和调度方面具有更大的灵活性。

资金支持、财税行动与政策措施

促进铁路和水路运输应用的财政支持主要侧重于降低承运人的相关运营成本。为了提高铁路和水路的成本竞争力，在交通部、发改委和国铁集团联合支持下，铁路和水路运输成本降低幅度达到了20%左右。

地方政府（包括江苏省、云南省和唐山市）也提供了财政激励，以加快实施中央政府要求的大宗货物运输结构调整。其中，江苏省直接为多式联运提供资金补贴，例如，对于使用铁水联运或公铁联运的货物，给予每个20英尺标准集装箱约200元或每车500元的补助激励。

现代货运体系与多式联运技术

中国投入了大量资源支持铁路和水路运输结构调整战略。其中一项投资是在港口码头修建铁路设施，以避免使用柴油货车作为“第一公里和最后一公里”运输。交通运输部（MoT）和国家发改委（NDRC）在“十三五”期间将来自车辆购置税的税收收入投入用于支持港口铁路建设，计划修建约2000公里的港口铁路设施。

2019年发布的《交通强国建设纲要》进一步突出了在中国发展现代化、高质量的国家综合交通运输体系的目标。《纲要》提出须建设连接区域间、城市、省际和国际交通的综合交通骨干网络，并推进多式联运，发展建设铁路、公路、内河、海港、管道、航空等多式联运的基础设施枢纽。

环境政策

工业和信息化部（MIIT）拥有制定燃油能效标准的主要权力，并自2015年起实施了第三阶段燃油消耗量标准。在生态环境部（MEE）的领导下，中国从无管理状态一路走到了国VI重型车尾气排放标准，国VI标准是近20年来全球实施的最严格的排放标准之一，同时还为道路和非道路车辆配套实施了超低硫燃料标准。生态环境部还发布了非道路发动机和非道路移动机械的最新排放标准（国IV），并在其中设定了颗粒物粒子数量（PN）排放限值。

在新《大气法》的授权和生态环境部的领导下，中国加强了空气污染防治督查，以确保环境空气质量达标。从2018年开始在重点地区（包括京津冀及周边地区、汾渭平原地区以及长三角地区）启动了督查工作，目标是增加这些地区的空气质量良好天数。监管也包含了对货运结构调整实施进展的监督，包括将大宗货物从公路运输转移至铁路或水路运输。

针对重点行业（如钢铁行业），生态环境部发布了关于生产行业实现超低排放的详细建议。例如，生态环境部要求进出钢铁企业的铁矿石、煤炭、焦炭等大宗物料和产品

采用铁路、水路、管道或传送带等清洁方式运输的比例不低于80%；对于不具备采用上述运输模式的企业，应全部采用新能源汽车或达到国六排放标准的车辆来进行运输。

中美对比

表1总结了中美两国实施的高层战略政策和所采取的重点措施。纵观两国货运政策历史，都着重于放宽对铁路运输的管制，以市场力量来推动建立更高效的货运体系，建立多式联运所需的基础设施，以及利用强有力的环境政策来遏制货运行业的污染物排放。

不过，我们发现对于所有交通模式，美国都在进一步放松管制和深入市场化发展，还通过立法为多式联运基础设施建设和技术提供大量可持续发展资金。此外，美国还高度重视货运交通领域的科学研究、货运活动情况跟踪、数据分析和建模等方面的工作，从而才能够以数据为导向，为制定提升货运效率的相关政策提供重要的基础依据。

表 1. 中美两国货运体系建立的政策对比

	美国	中国
放宽管制与市场化推进政策	<ul style="list-style-type: none"> 1976年和1980年分别出台的《铁路振兴与管理改革法》以及《斯塔格斯铁路法》 1978年出台的《解除航空管执法》 1980年针对货运行业出台的《汽车运输商法》 1984年针对海运商户出台的《航运法》 	<ul style="list-style-type: none"> 成立了中国国家铁路集团有限公司，替代原铁道部，对铁路运输进行管理 成立了私营航空公司
资金支持、财税行动与政策措施	<ul style="list-style-type: none"> 出台相关法规为建设多式联运基础设施和提升货运效率提供直接的资金支持 通过创造性手段吸引私人领域进行基础设施投资 	<ul style="list-style-type: none"> 为降低铁路和水路运营成本提供资金支持 省级和地方层面为推动公转铁、公转水以及发展多式联运提供资金支持
现代货运体系与多式联运技术	<ul style="list-style-type: none"> 集装箱的广泛应用 推进自动化和车辆互联技术来提高运输效率 	<ul style="list-style-type: none"> 推进国家和省级多式联运示范工程建设
多式联运基础设施	<ul style="list-style-type: none"> 建设足够且耐用可靠的基础设施，实现多种运输模式之间的有效衔接 建设货运走廊 	<ul style="list-style-type: none"> 铁路进港，实现铁路水路运输之间的无缝衔接 打造多层次、一体化的运输体系，提升运输效率
环境政策	<ul style="list-style-type: none"> 空气质量标准 尾气排放标准 燃油质量标准 燃油消耗量 (GHG) 标准 推进替代燃料 由政府和企业协同开展的SmartWay 智慧货运行动，旨在提升燃油能效 其他支持性项目例如缓解拥堵和空气质量改善计划 (CMAQ) 	<ul style="list-style-type: none"> 空气质量标准 尾气排放标准 燃油质量标准 燃油消耗量限值标准 为应对柴油车排放而开展了强有力的国家级行动方案，其中包含了重点地区和行业的运输模式调整及排放控制目标
研究与数据	<ul style="list-style-type: none"> 每五年开展一次商品流通调查 向公众公开的基本货运结构分析 面向长期需求的研究项目 	

案例研究

本研究还选择了煤炭、铁矿石和商品车这三种代表性商品，对其运输模式进行深入分析。选择这三类货品的原因是它们分别代表了典型的大宗货物和典型的高附加值产品，并且这三类商品对于中国当前和未来的经济发展起着至关重要的作用。并且在中国，这三类商品的运输数据相对来说比较容易获取，能够帮助我们更好地开展分析，来了解中国相关产品在未来几年货运活动的特征、模式选择和潜在趋势。我们在下文中将采用统一的分析结构，但由于在商品数据收集方面存在差距，所以对两国的表述详细程度会有所不同。

美国主要货品的运输模式

煤炭

美国绝大部分煤炭都用于发电（92%），其余为工业用途（8%）。多年来，美国的煤炭使用量一直稳步上升，直到2007-2008年煤炭消费和产量达到峰值，需求量超过10亿吨（图27）。近年来，美国的煤炭消费量下降至峰值的一半，降至相当于上世纪70年代初的消费量水平。随着美国越来越多的使用更加便宜、更加清洁的其他能源，煤炭在能源消费市场中的份额在不断下降（Cherney, 2021年）。自2010年以来，随着更便宜的天然气和可再生能源的供应，美国迎来了淘汰燃煤发电的浪潮，在日益严格的环境标准和巨大的经济压力下，煤炭需求量被大幅削减（美国能源信息管理局, 2019年）。

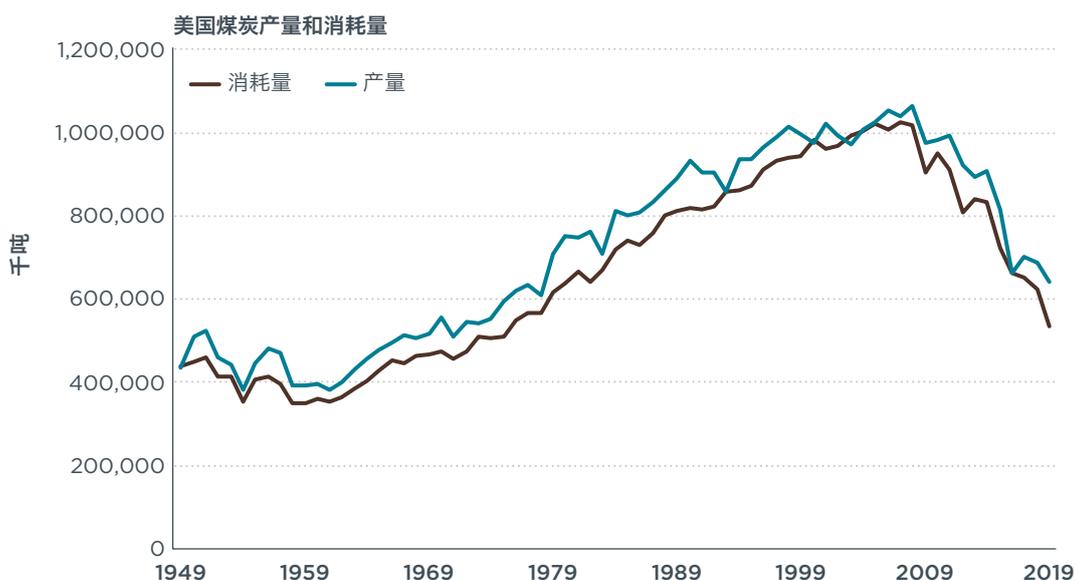


图 27. 1949-2019年美国煤炭产量和消耗量。

数据来源: 美国能源信息管理局 (日期未标注)

从2018年的数据来看，美国的煤炭生产和消耗主要集中在几个区域（图28）。其中，大约一半的煤炭来自山区，其次是南大西洋地区、东南部地区和东北部地区，这些区域是美国煤矿的主要所在地。而东北部地区、南大西洋地区、西南部地区和西北部地区则是目前的四大煤炭主要消费区，运往这四个地区的煤炭占美国煤炭运输总量的73%。尽管全国各地都需要煤炭，这些煤炭消耗量高的地区通常就是燃煤火电厂的所

在区域，燃煤发电厂过去都位于煤炭产区附近，但随着对煤炭低硫含量要求的出台⁶，煤炭生产开始向山区转移，这就导致了全国范围内大量煤炭向发电厂运输的需要。

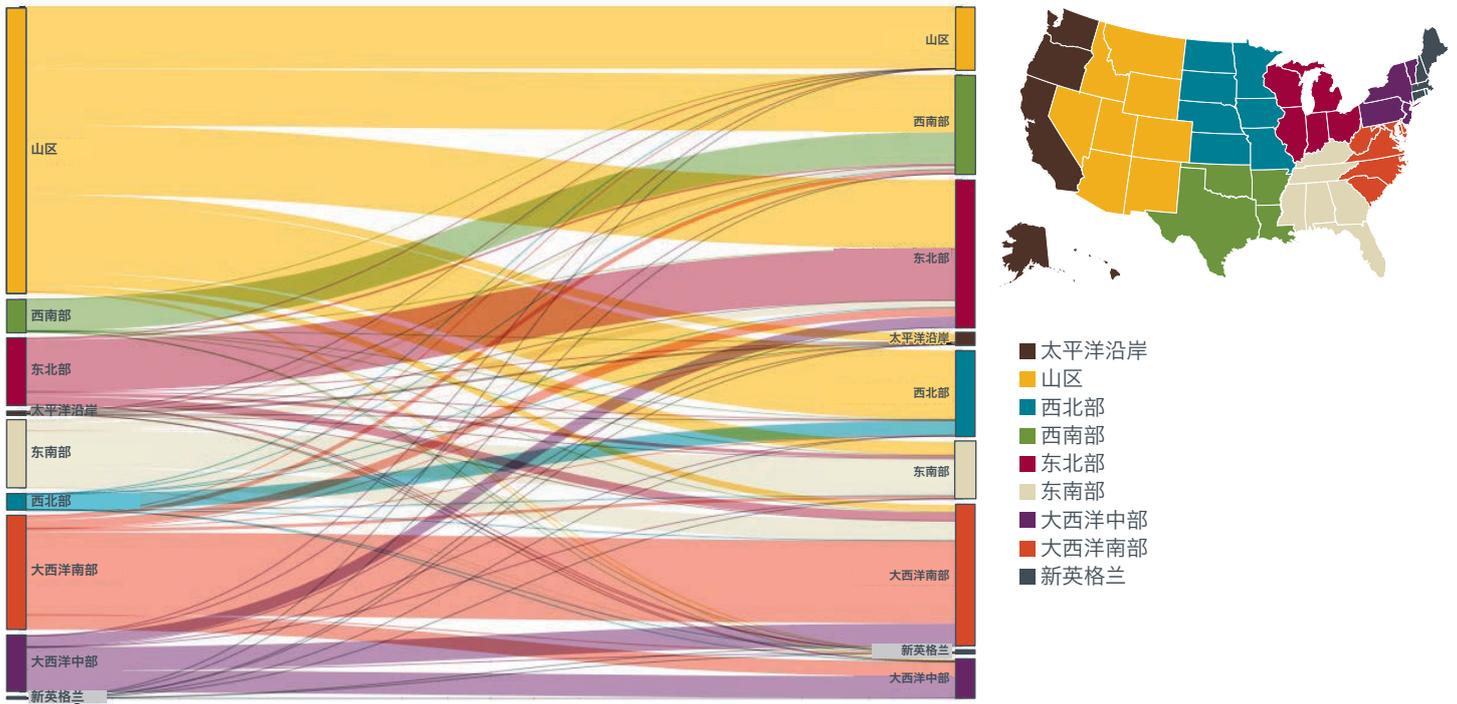


图 28. 2018年按地区和重量划分的煤炭运输情况。

数据来源：橡树岭国家实验室（2021年）

在美国，由主要煤炭产地（Power River盆地，伊利诺斯盆地和阿巴拉契亚山脉）运送至各地的煤炭大部分都是通过铁路运输的，图29显示有约70%的煤炭（按重量计）是全程或部分路程是由火车运输的（Mintz 等人，2015年；美国能源信息管理局，2020d）（图28）。煤炭约占美国货运列车总装车货运量的14%，占美国铁路始发货运量的25%，超过任何其他商品（美国铁路协会，日期未标注b）。由于大部分长距离运输都是靠铁路来完成的，所以如果从吨-公里周转量来看，铁路在煤炭运输方面的占比还会更高一些（图30）。严重依赖铁路运输的模式使煤炭成为美国铁路系统运输的一项重要商品。

6 煤碳根据其热量和硫含量进行分类。煤中的总硫含量为0.2至10%（重量）（Khan和Philips，1989）。低硫煤的硫含量通常比重量低1%，或每百万英热单位（MMBtu）的硫含量低于0.6磅。

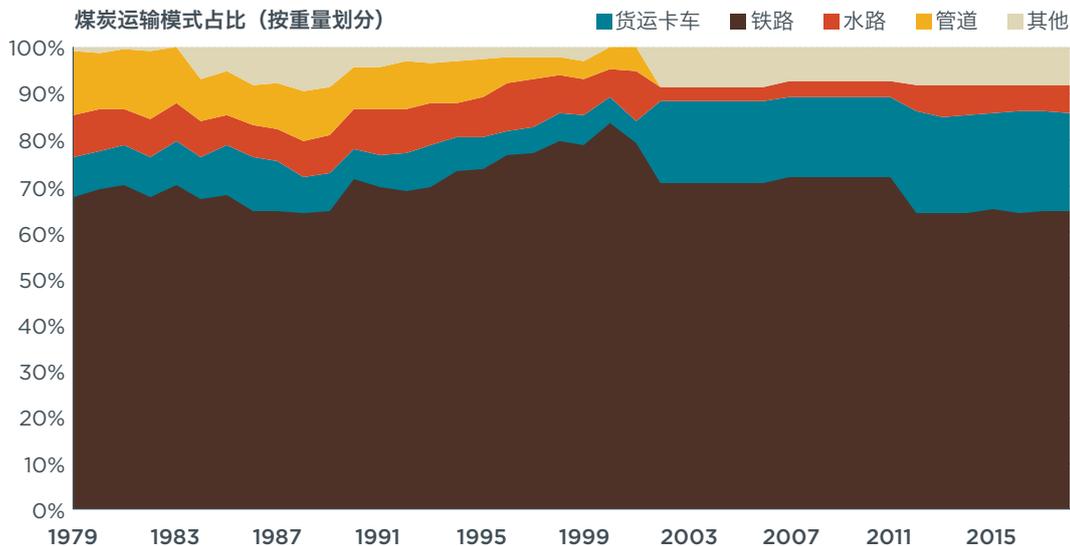


图 29. 1979-2019年美国煤炭运输模式占比 (按重量计)。

数据来源: 1979-2001: 美国能源信息管理局 (日期未标注); 2002-2018: 橡树岭国家实验室 (2021年)

1979-2001年数据来源于美国能源信息管理局, 包括未分类煤炭 (水煤浆) 运输信息, 这类水煤浆在2001年以前通过管道运输。

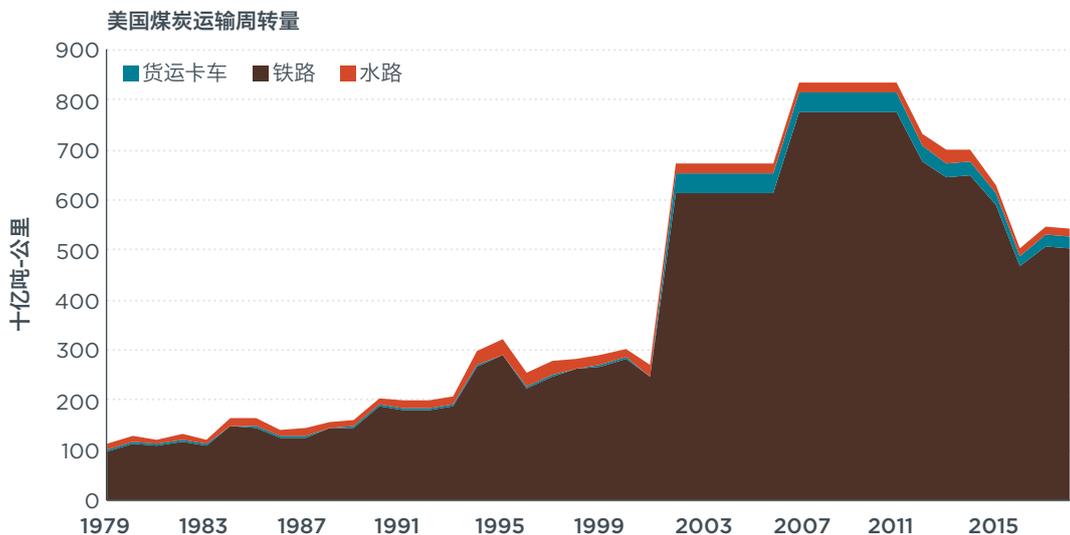


图 30. 1979-2019年美国煤炭运输周转量情况 (按吨-公里计)。

数据来源: 1979-2001: 美国能源信息管理局 (日期未标注); 2002-2018: 橡树岭国家实验室 (2021年)

铁路在美国煤炭运输市场的普及是许多原因导致的。就大吨位的煤炭运输而言，铁路是最节能且通常也是最可行的一种长距离陆上运输方式（美国农业部，2018 年；Mintz 等人，2015 年）。基于对低硫煤炭的需求，煤炭生产开始向西部转移，由于缺乏水路通道，内陆水运不便再继续使用，因此煤炭运输更多需要依赖于铁路运输，这导致铁路运输的平均运输距离从 1997 年的 600 英里增加到了近年来的近 950 英里（美国农业部，2008 年）（图 31）。另外，较长的运输距离和较大的运输重量使得煤炭能以比其他商品更低的价格来使用铁路运输。

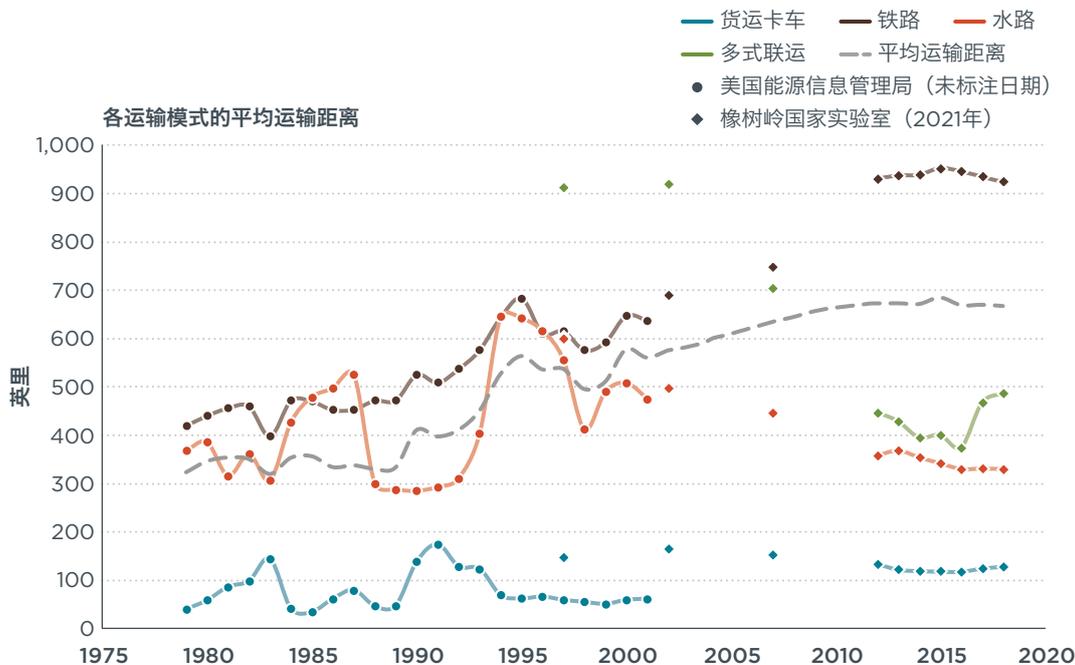


图 31. U.S. 1979-2019年煤炭通过各种运输模式进行运送的平均距离。

数据来源: ●:美国能源信息管理局 (日期未标注); ◆:橡树岭国家实验室 (2021年)

尽管铁路在煤炭运输中占据主导地位,但近年来公路运输的份额已强劲增长至20%以上。这可能是由于数据收集和来源方面的变化,也可能是由于2002年以来铁路短途运输费率上涨 (Mintz等人, 2015年)。公路运输在装卸货地点方面能够提供了更大的灵活性,货运卡车的平均运输距离稳定保持在100英里左右 (图31)。公路运输通常被用作“最后一英里运输”方式,负责将煤炭运至多式联运枢纽装上火车 (船) 或将多式联运枢纽卸车 (船) 的煤炭运出。

同时,内陆水运和五大湖水运也在煤炭运输领域占有比较大的比重,虽然近年来有所起伏但总体约占煤炭总运输量的10%左右 (国家研究委员会, 2007年)。作为大宗消耗产品,煤炭运输在美国内陆水运领域中的占比也相当可观,约占总货运量的20% (国家研究委员会, 2007年)。各地在水运的发展和利用方面并不均衡,例如水路运输在俄亥俄河沿岸的中西部和东部各州是尤为重要的运输模式,而在西部煤炭产区,则基本无法使用水路运输 (国家研究委员会, 2007年; 美国农业部, 2008年)。因此,尽管水路运输是最划算的,但在应用方面会受到水路通道的限制。

根据美国能源信息管理局针对电力部门煤炭运输费率开展的调查 (美国能源信息管理局, 2020a; 2020c),近十年来煤炭的平均运输成本总体上有所下降。煤炭的平均运输成本从2008年的每吨17.21美元 (2017年价值) 下降到2019年的每吨15美元 (2017年价值)。然而,运输成本在煤炭总交付成本中所占的比例却从2008年的三分之一增加至2019年的40%以上,这是因为与运输成本相比,煤炭商品的总交付成本下降得更快,导致其对运输价格更为敏感 (美国能源信息管理局, 2020c)。在我们分析的三种运输模式 (水路、铁路和公路) 中,水路通常是大宗煤炭运输最具成本效益的运输模式,但仅有位于部分河流附近的少数电厂可以采用水路运输。公路运输在短途运输领域具有成本竞争优势。铁路运输则依靠其广泛的运输网络和向偏远地区运输大宗煤炭的成本效益优势而成为了煤炭运输的主要运输模式。不过,煤炭的平均每吨-英里运输收入几乎是所有商品中最低的 (每吨低~50%), 2018年仅为每吨-英里2.17美分,而除煤炭以外所有其他商品的平均运输收入为4.82美分 (美国铁路协会, 日期未标注b)。

铁矿石

近年来，美国的铁矿石生产和消费已进入稳定期。美国曾是世界上最大的铁矿石生产国，1904年美国的铁矿石产量约占世界总产量的60% (Kirk, 2000年)。而到了2019年，美国铁矿石的报告产量不足5000万吨，仅占世界总产量的1.9% (美国地理调查, 2020年)。美国最近的一次铁矿石消费高峰出现在1960-1970年代，如图32所示，消费量达到近1.4亿吨。其中，大部分铁矿石 (2019年比例为98%) 都用于钢铁产业 (美国地理调查, 2020年)。在很长一段时间内，美国铁矿石需要依赖于进口，因其国内主要铁矿石产地密歇根州和明尼苏达州的产量无法完全满足需求。这种情况在2009年前后发生了变化，当时铁矿石出口量已小幅反超进口量，此后美国则成为铁矿石净出口国。

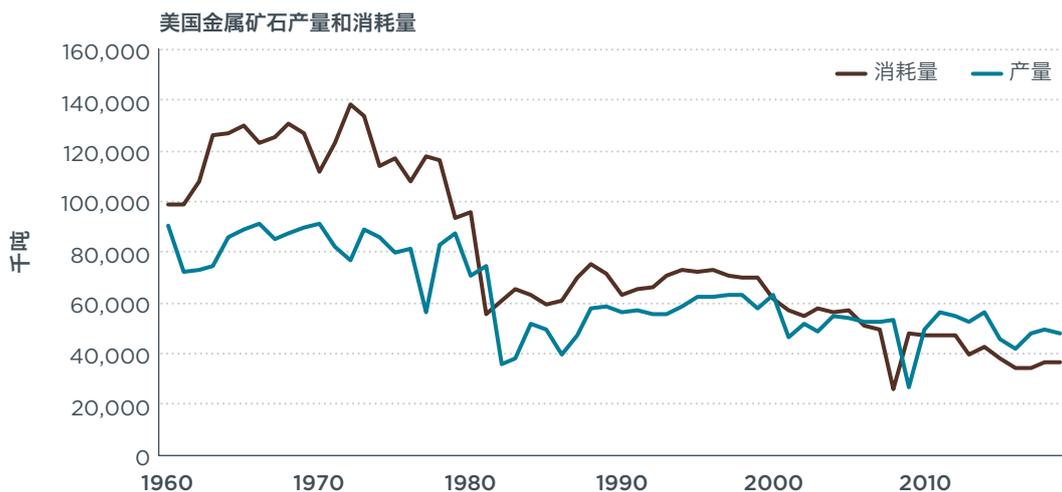


图 32. 1960-2018年美国铁矿石的产量和消耗量。

数据来源: 美国地理调查 (日期未标注)

由于缺乏详细的铁矿石运输信息，此处采用金属矿石数据作为替代，以展示与铁矿石类似的运输发展趋势和市场格局。如图 33所示，美国的金属矿石大多数只是运往邻近地区或就在开采地区内进行运输。美国一半以上的金属矿石来自西北部地区，其次是西南部和东北部地区，这三个地区贡献了美国86%的金属矿石产量。在消费量方面，东北部地区消费了一半以上的矿石，紧随其后的是西南部和西北部地区。尽管大部分金属矿石都在同一地区生产和消费，但如图33所示，最大的运输需求来自于西北部和东北部之间。这些金属矿石运输最活跃的地区都拥有便利的水路通道，从而为使用水路运输提供了机会。

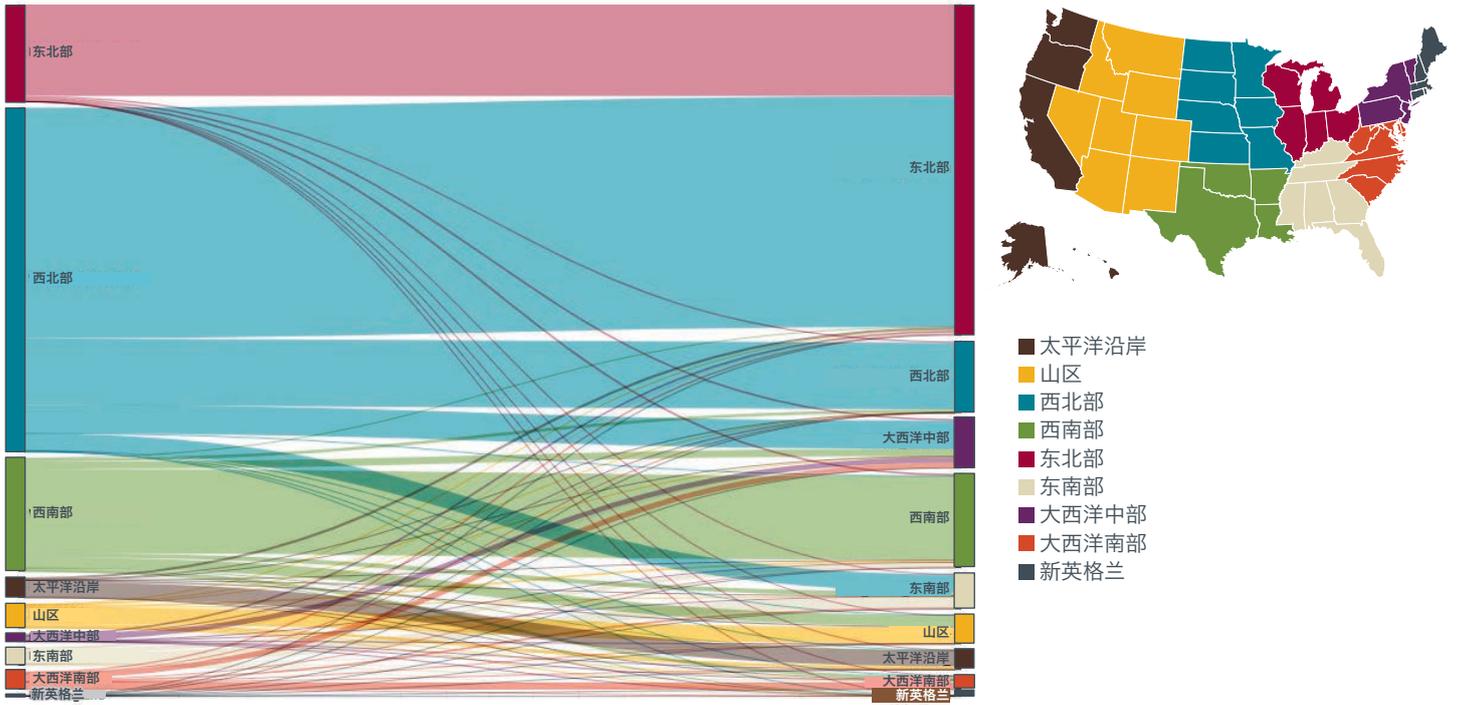


图 33. 按地区和重量划分的金属矿石运输情况，2018年。

数据来源: 橡树岭国家实验室 (2021年)

金属矿石进行长距离运输时经常会用到多种运输模式。至少在过去的十多年间，金属矿石会由重型货车从矿山运输到货运枢纽，然后再通过铁路运输到全国各地，或是穿越五大湖或圣劳伦斯海湾，通过水路运输到达大西洋沿岸 (Truck, 2017年)。按照图34中展示的金属矿石运输方式，大约一半的金属矿石 (按重量计) 会采用铁路运输，其次是公路和水路运输。多式联运也是较为重要的一种运输模式，市场份额占比达到 10% 以上。这种运输市场格局在过去几年一直比较稳定，其中水路运输市场呈小幅增长，这主要是因为密歇根州和明尼苏达州的矿山利用了邻近五大湖的优势，会采用水路运输这一最具成本效益的方式将矿石运送到各钢铁生产企业。图35展示了类似的趋势结果，但采用了吨-英里为计算单位。

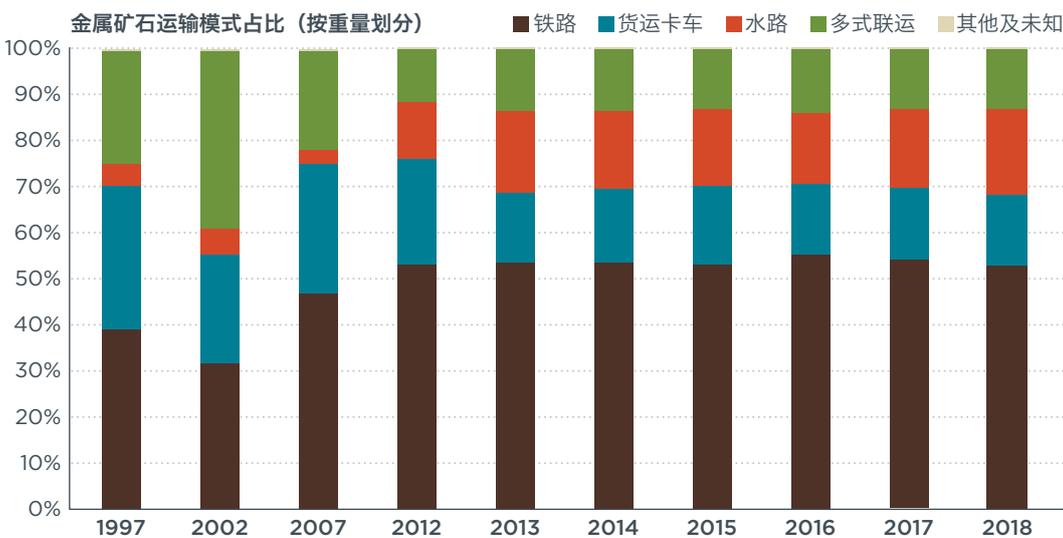


图 34. 美国金属矿石运输模式占比 (按重量计)。

数据来源: 橡树岭国家实验室 (2021年)

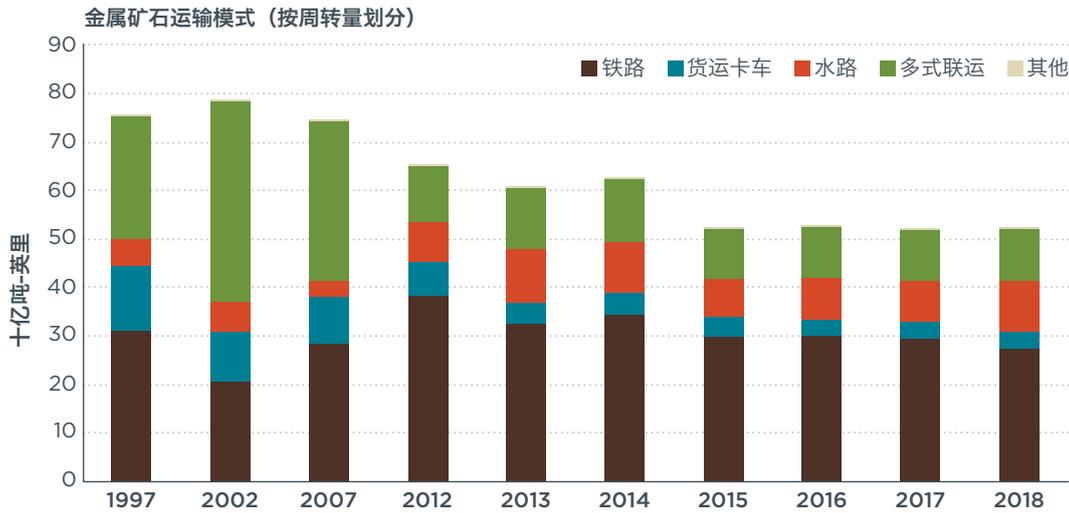


图 35. 美国金属矿石运输周转量占比 (按吨-英里计)。

数据来源: 橡树岭国家实验室 (2021年)

各运输方式的平均运输距离在近年来也相对稳定。其中, 铁路和水路的运输距离相仿, 均约为500 英里, 且矿石的平均运输距离与铁路和水路的平均运距也很接近 (图 36)。公路运输则主要用于短途运输 (200 英里), 作为从矿山和钢铁企业到铁路运输或水路运输之间的接驳工具。反之, 多式联运则主要用于长途运输 (800 英里)。

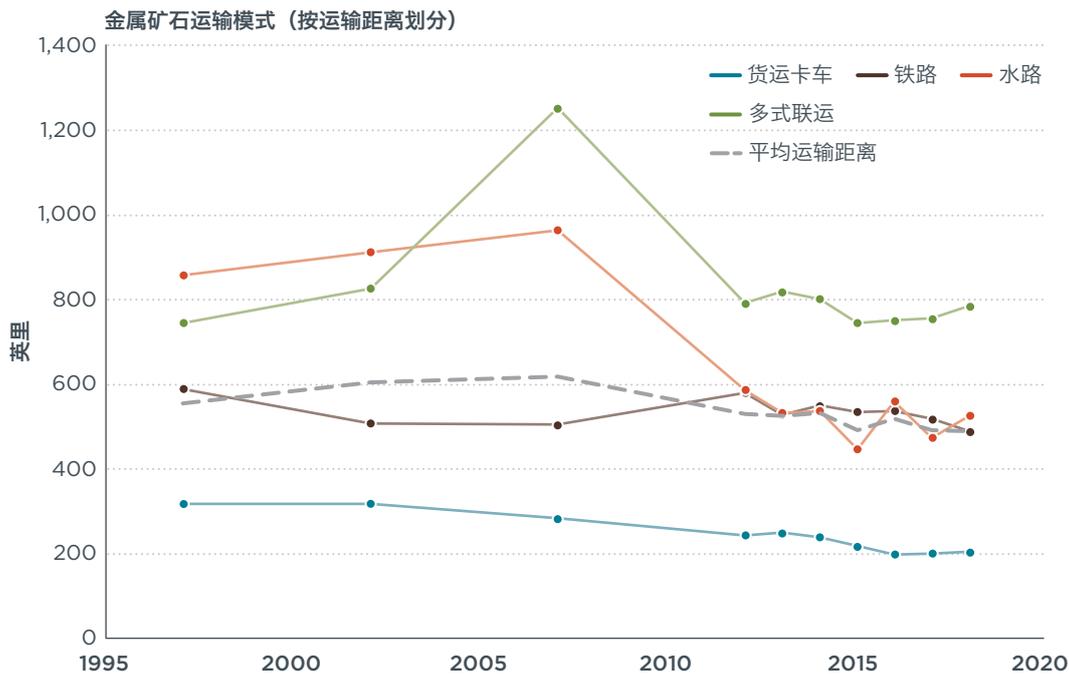


图 36. 美国金属矿石按运输模式划分的平均运输距离。

数据来源: 橡树岭国家实验室 (2021年)

商品车

自第二次世界大战结束以来, 随着公路系统的建设和经济的繁荣发展, 美国汽车工业呈现出了爆炸式增长 (Samuels, 2019年)。汽车产业多年来持续增长, 虽然在 2007-2008年经济大衰退时期出现了急剧下降 (图37), 但汽车产业很快得以恢复并迅速反弹。然而, 美国国内企业的生产无法完全满足市场需求, 导致汽车严重依赖进口。目前, 汽车约占美国进口总量的8%, 是进口量最大的商品 (Samuels, 2019

年)。在商品价值方面, 商品车也是美国运输商品中价值最高的商品之一(橡树岭国家实验室, 2021年)。

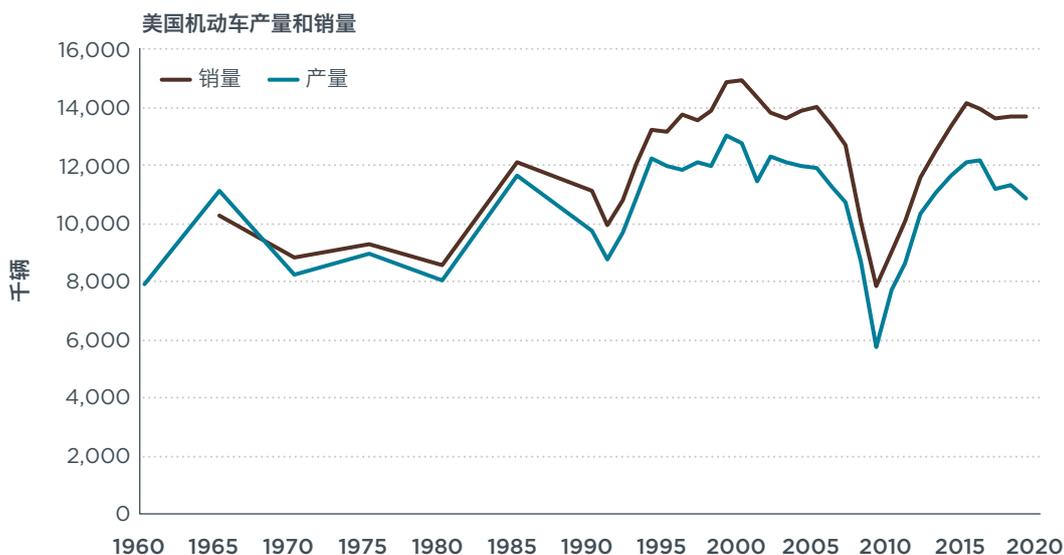


图 37. U.S. 美国商品车消费量和产量 (辆)。

数据来源: 美国交通运输统计局 (2000年)

美国各地区的商品车运输量相对比较平衡, 且大部分运输活动都是发生在同一地区内。东北部是运输需求最大的地区(按重量计), 不过大部分的运输活动都是在该地区内进行运送(图38)。由于该地区靠近钢铁生产企业和矿山, 区域内聚集了不少汽车生产企业(OEM)。另外, 也会有许多进口汽车(按重量计)被从太平洋沿岸地区的港口转移到全美其它地区。商品车运输需求最低的是新英格兰地区和山区, 这两个地区人口较少, 因此需求量也随之较少。总体上, 商品车销量排名在很大程度上与人口数量排名是一致的, 人口越多的地区运输量越大, 反之也就越少。

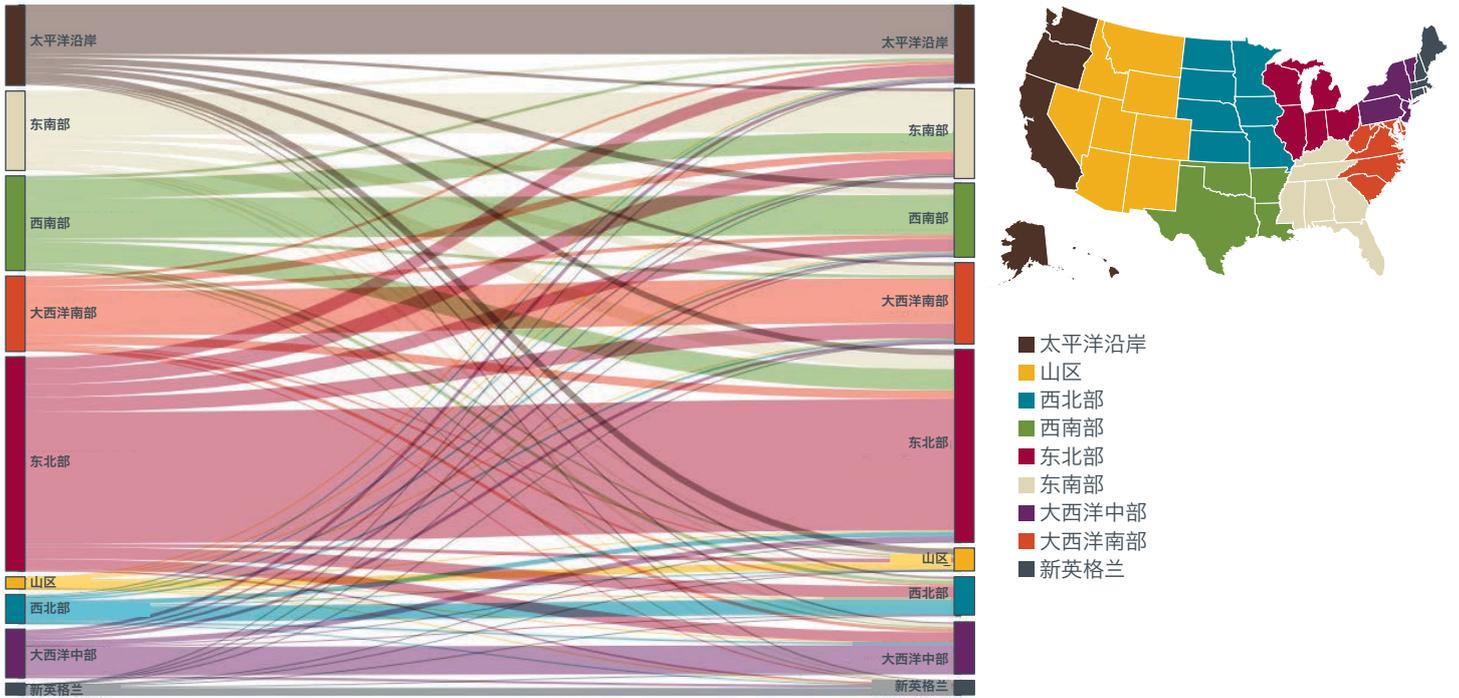


图 38. 按地区和重量划分的商品车运输情况，2018年。

数据来源：橡树岭国家实验室（2021年）

如图39所示，公路运输（货运卡车）是美国运载商品车产品的主要方式（按重量计）。作为最主要的运输工具，目前的半挂牵引车最多可装运 12 辆商品车（Magada, 未标注日期）。多式联运也是商品车运输中较为重要的一种运输模式，按运输重量和运输周转量统计，多式联运在商品车运输中的份额占比分别达到了 10% 和 20% 以上（图 40）。铁路运输的优势主要在于价格实惠，但是会受限于目的地位置，且需要专用设备来装载商品车。2000年初期，架式车厢（专为运送车辆而设计的列车车厢）经过升级后就可最多分三层装运 26 辆商品车（包括轻型货车、SUV 和轿车）（美国铁路协会，2020a；《从汽车厂到本地经销商》，2020年）。按货运重量统计，铁路货运在商品车运输领域的份额有所下降，但是按货运周转量统计的话，铁路部门的占比则没有下滑。据估计，65-75% 的新车会先通过铁路运输，然后再通过半挂牵引车运送至最终目的地（Magda, 未标注日期；美国铁路协会，2020a）。这表明铁路运输多数用于长途运输，很少作为运输过程中单一的交通工具，而更多是作为多式联运中的重要一环。在运输商品车时，很少会采用水路运输，水路运输的份额占比不足1%。

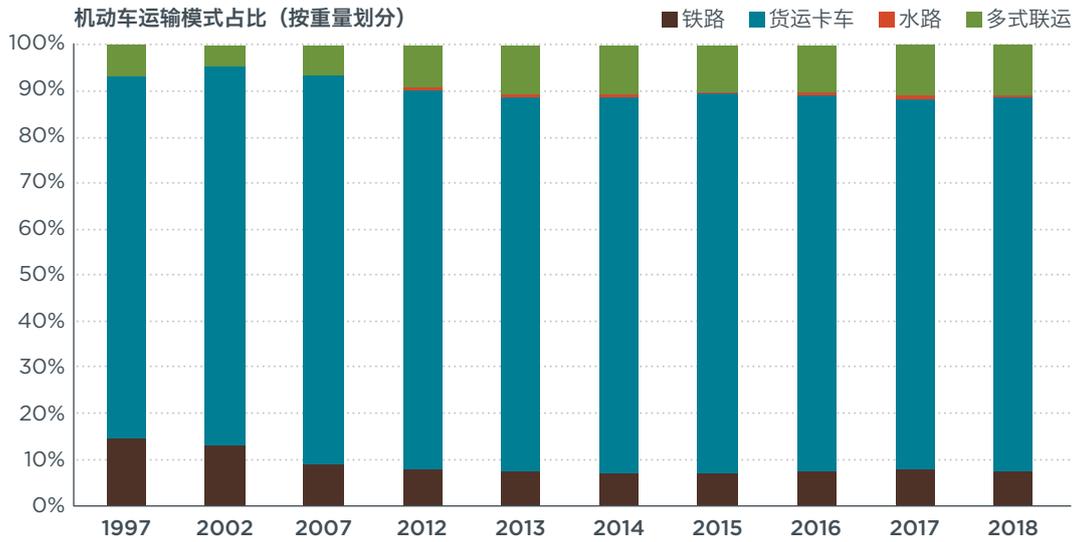


图 39. 美国商品车运输模式占比 (按重量计)。

数据来源: 橡树岭国家实验室 (2021年)

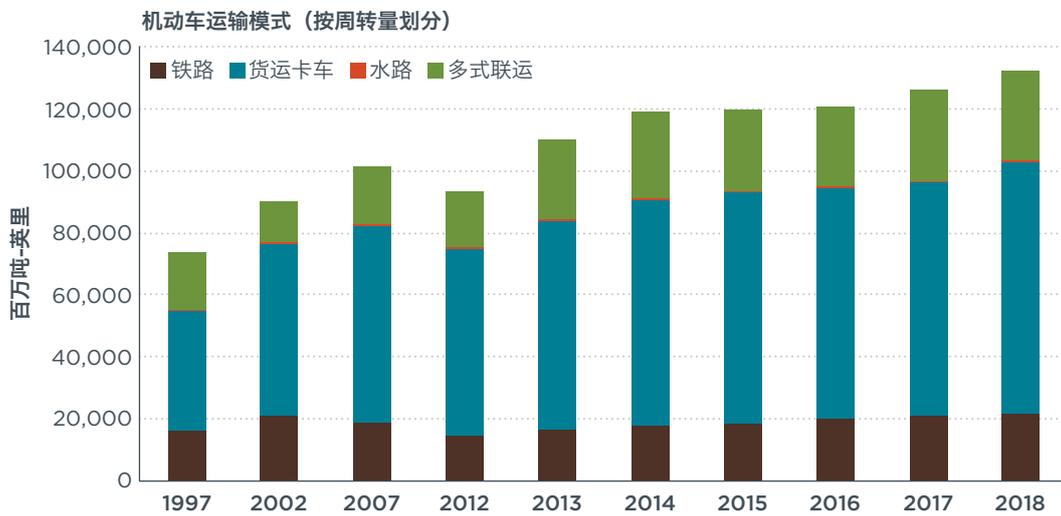


图 40. 美国商品车运输周转量占比 (按吨-英里计)。

数据来源: 橡树岭国家实验室 (2021年)

商品车的长途运输多数采用的是铁路运输和多式联运, 短途运输则多数采用公路运输。近年来, 铁路和多式联运的平均运输距离较为一致, 均为 1200 英里左右 (图41)。公路运输 (主要是半挂牵引车) 则一直维持着相对稳定的平均运输距离 (近 500 英里)。水路运输距离有所波动, 但已接近道路运输的平均运输距离。

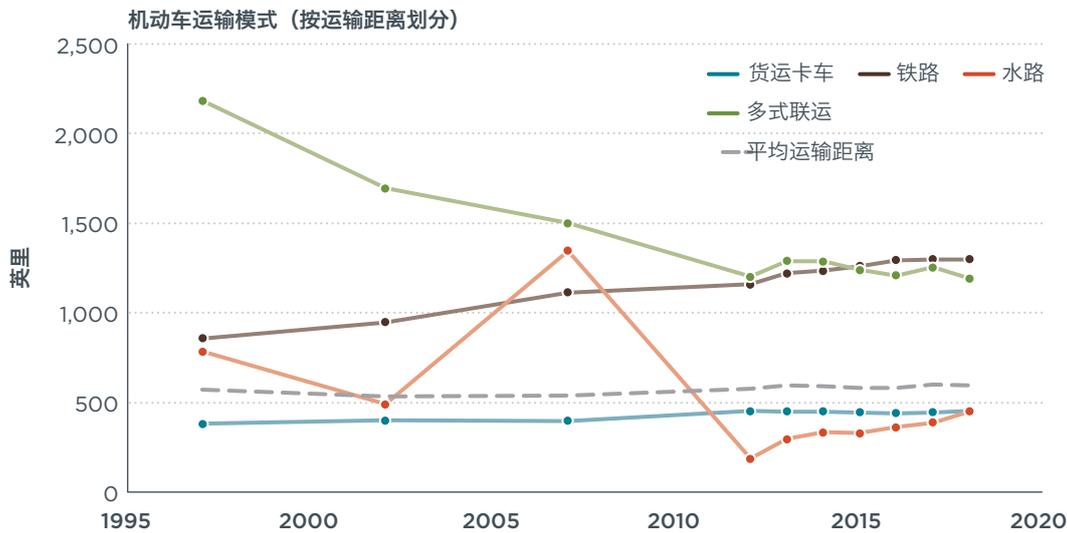


图 41. 美国商品车平均运输距离。

数据来源: 橡树岭国家实验室 (2021年)

中国主要货品的运输模式

煤炭

自2000年以来, 中国煤炭生产和运输需求呈现出相同的增长趋势。这一趋势在2013年左右达到峰值后开始下降, 但在2016年触底之后, 再次呈现出回升趋势 (图42)。之前, 中国国内的煤炭产品可以满足所有煤炭消费需求, 但自2011年以后, 中国开始需要进行煤炭进口。为了更好地捕捉煤炭运输的特点, 图41展示了煤炭产品的运输需求。运输需求量基本相当于中国煤炭总消耗量 (国内产量加进口量), 但不包括坑口燃煤电厂的煤炭消耗, 后者约占总消耗量的5%⁷。

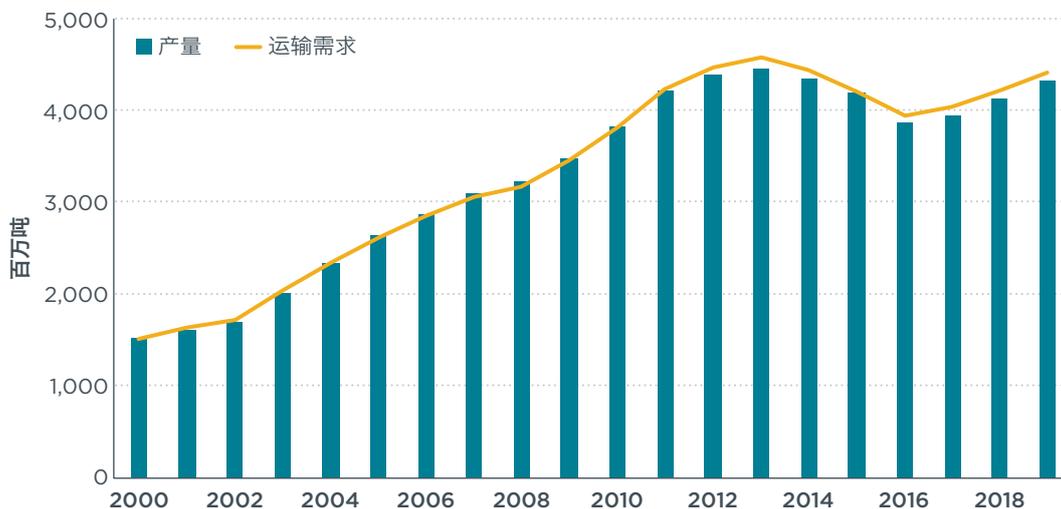


图 42. 中国煤炭产量和运输量需求

如图43所示, 中国的煤炭运输方式以公路运输为主, 且公路运输的占比保持在56%以上 (按重量计)。其中, 煤炭公路运输的份额在2016年达到顶峰, 随后铁路运输的运输量和运输份额开始有所增加。自2016年以来, 铁路在煤炭运输领域的市场份额

⁷ 坑口电厂的煤炭运输基本上属于企业内部运输, 并不需要占用社会运力。

从26%上升到2019年的28%（图44），这一变化趋势在一定程度上体现了运输结构调整政策的效果，因为煤炭是运输结构调整的首要对象。尽管运输结构调整中也有涉及推动水路运输发展的内容，但在煤炭运输领域产生的影响很小。此外，煤炭的平均转运次数约为2次，通常来说就是运输过程中的装卸次数。

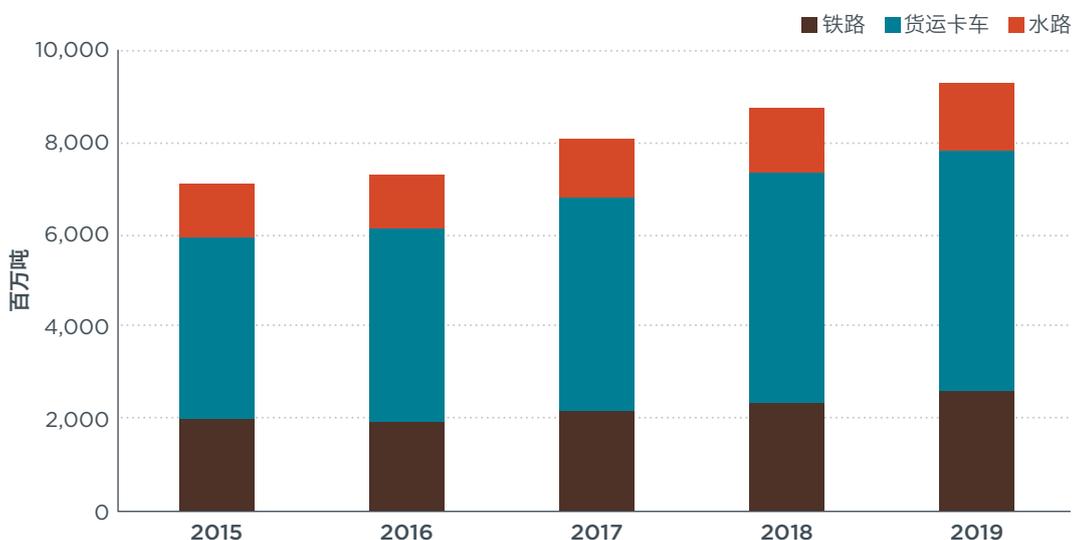


图 43. 中国的煤炭运输需求 (按重量计)

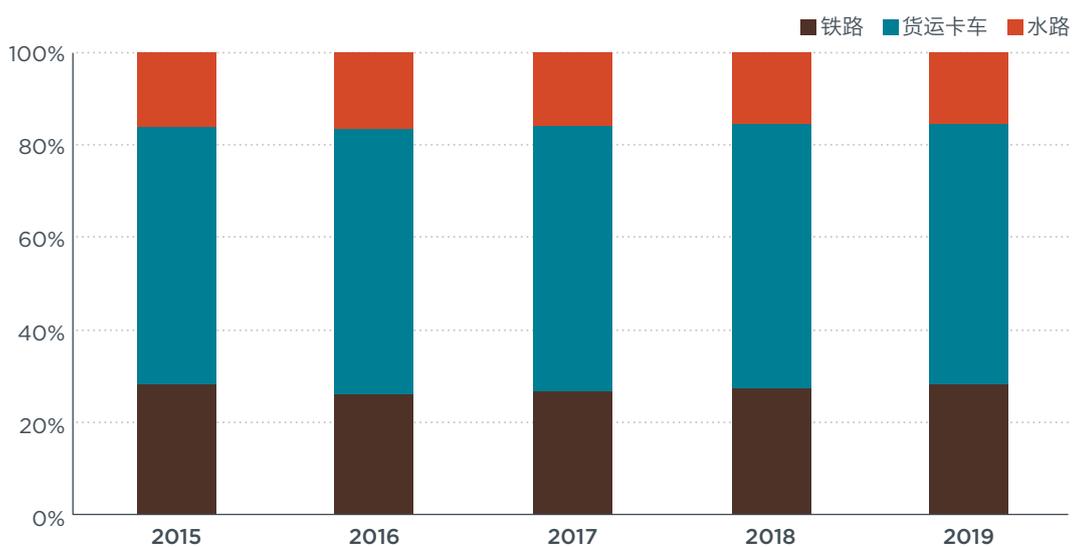


图 44. 中国各运输模式的煤炭运输份额占比 (按重量计)。

数据来源：2019年针对道路货运量开展的专项调查、煤炭行业经济状况报告、煤炭行业发展年报、交通统计公报等

铁矿石

在钢铁工业快速扩张的推动下，中国对铁矿石的整体需求量还是非常巨大的。2014年中国铁矿石消费量达到峰值，约为24.5亿吨，随后有所下降，2019年再度回升至约23.2亿吨（图45）。大部分铁矿石来自国内铁矿开采，但进口份额正在持续增加，已达到中国铁矿石需求的近一半。同时，中国还有少量的铁矿石出口。与上文类似，图45展示了中国的铁矿石运输需求，考虑到中国一些钢铁企业已经转移到沿海地区，其中部分采用传送带运输铁矿石，我们在这里剔除了这部分运输需求量。

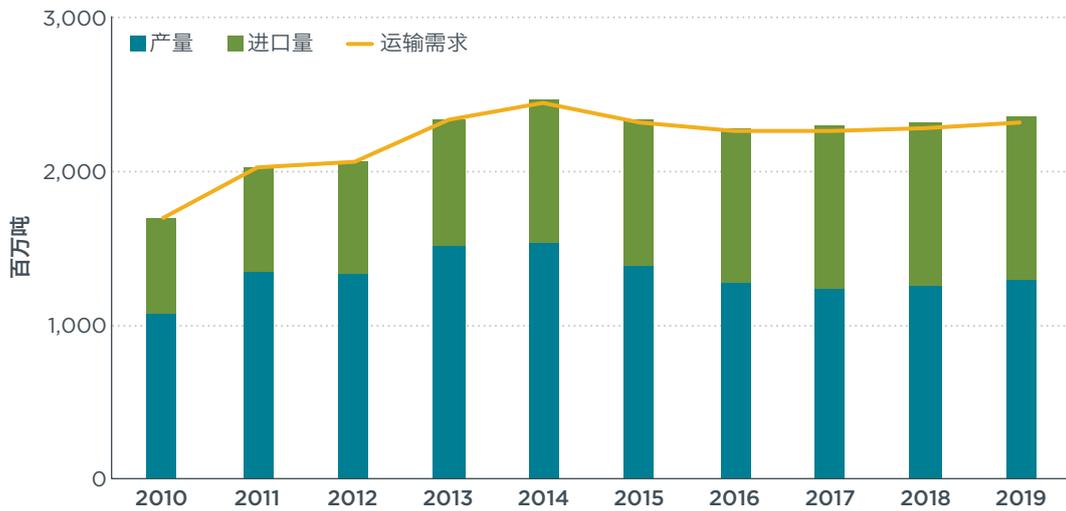


图 45. 2010-2019年中国的铁矿石运输需求

近年来，中国的铁矿石运输以公路运输为主。2015 至2018 年间，公路运输的份额占比从 55.8% 上升至 57.1%，但随后在 2019 年重新下降至 56.8% (图46)。与此同时，在运输结构调整的要求下，铁路的运输份额增加了0.6% (图47)。鉴于大部分钢铁企业位于河北等沿海省份，铁路运输距离相对较短，因此公路运输效率和竞争优势更高。所以，铁路运输的使用并没有明显增多。此外，随着超低排放生产要求在钢铁行业的推进，不少钢铁企业已迁往沿海港口附近并采用传送带来进行铁矿石运输，而这部分运输量并没有被计入运输需求。随着中国产业布局的调整，预计会有更多的钢铁企业转移到沿海地区并依靠传送带运输进口铁矿石。

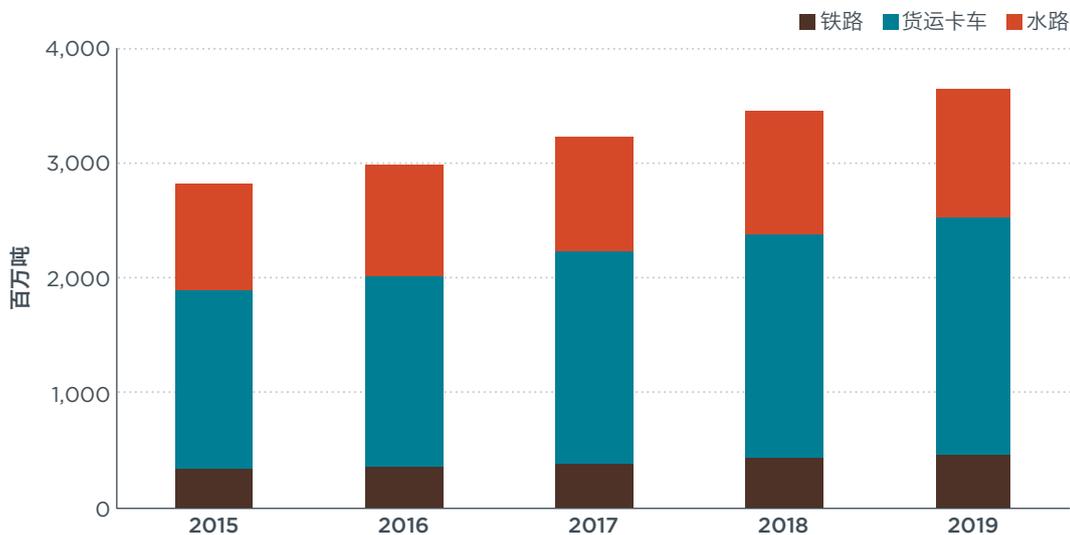


图 46. 中国按运输模式划分的铁矿石运输量

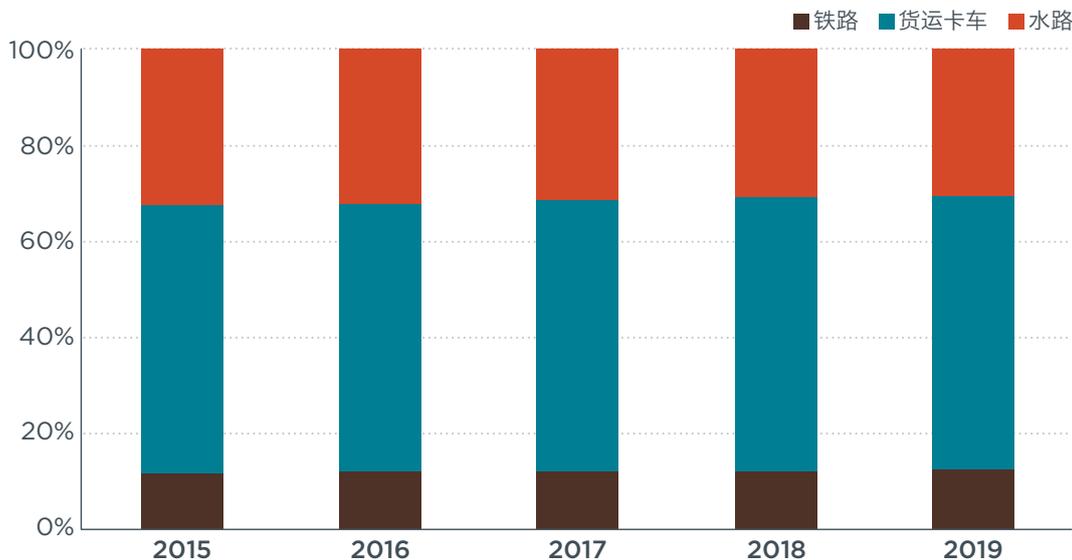


图 47. 中国各运输模式的铁矿石运输量占比 (按重量计)

乘用车

中国的大部分乘用车需求是由国内生产的产品来满足的⁸。如图48所示, 在过去几年里, 中国乘用车产量和进口量稳定保持在2200-2600万辆之间, 其中进口乘用车约100万辆。为了保持一致, 我们还在下图中展示了乘用车的运输需求 (按辆计), 运输需求量相当于国内乘用车生产量和进口量的总和。

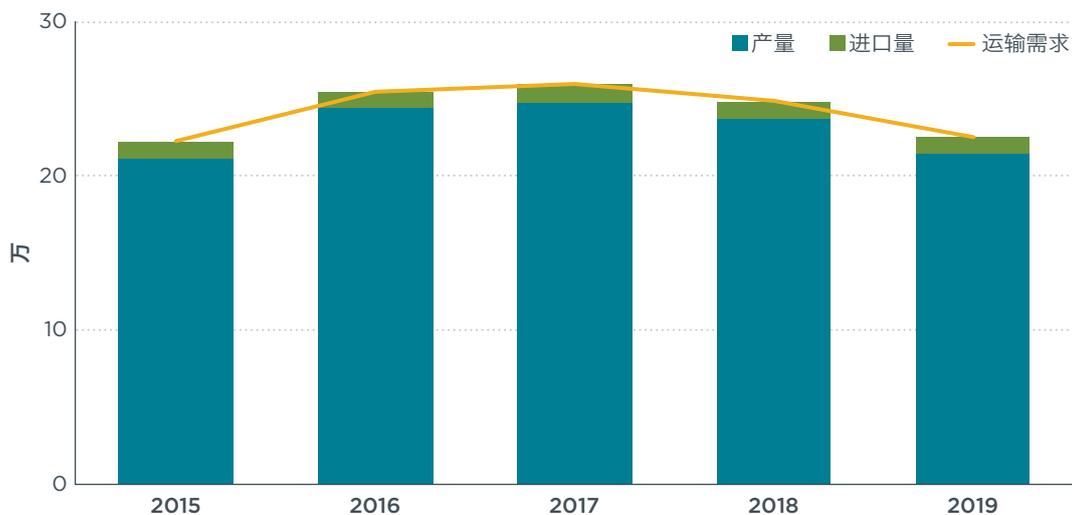


图 48. 2015-2019年中国的乘用车需求

在相关政策的影响下, 中国乘用车产品的运输趋势已经开始从公路运输转向铁路和水路运输。2015年, 公路运输在乘用车运输市场中居主导地位, 份额占比约为83% (按车辆数量计), 而铁路和水路占比不足15% (图49)。2016年, 交通运输部等多部门联合发布了关于车辆运输车违规改装、超载超限运营的治理规定, 以及提出了增加使用铁路和水路运输乘用车产品的相关要求, 并在2018年再次出台相关政策强调管理

⁸ 考虑到中美两国的商品车都是以乘用车为主, 我们采用中国的乘用车运输情况来与美国的机动车运输情况进行比较。

要求⁹。这些规定和要求有效地降低了乘用车运输中的公路运输占比，如图50所示，在短短四年内（2015-2019年），铁路运输的份额从8.6%增加至29.2%，水路运输的份额从8.5%增加至15.1%。尽管公路仍然是运输乘用车产品的主要方式，但是铁路和水路运输合计占据了近45%的运输份额，并且这种趋势在未来几年有望继续增加。

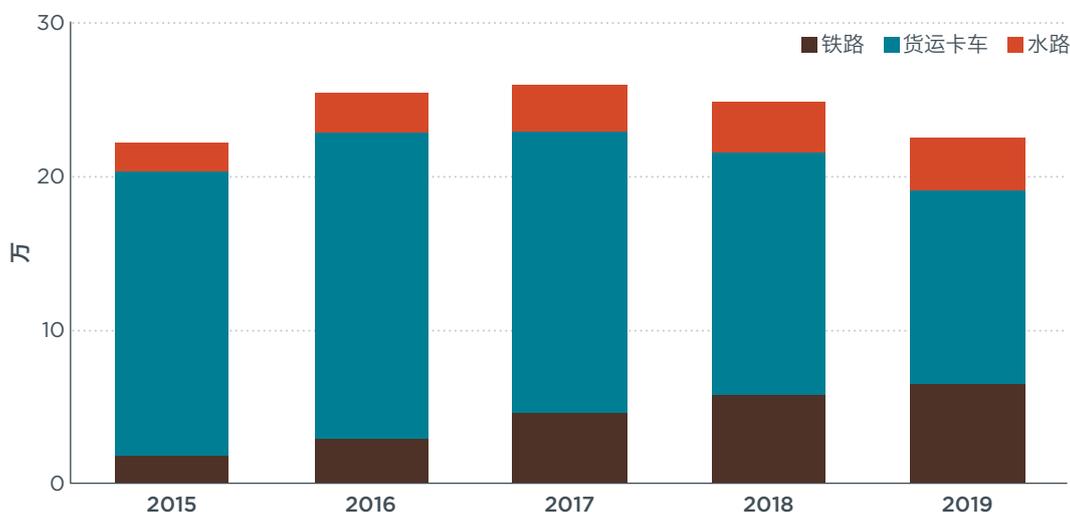


图49. 中国按运输模式划分的乘用车运输量（按车辆数量计）

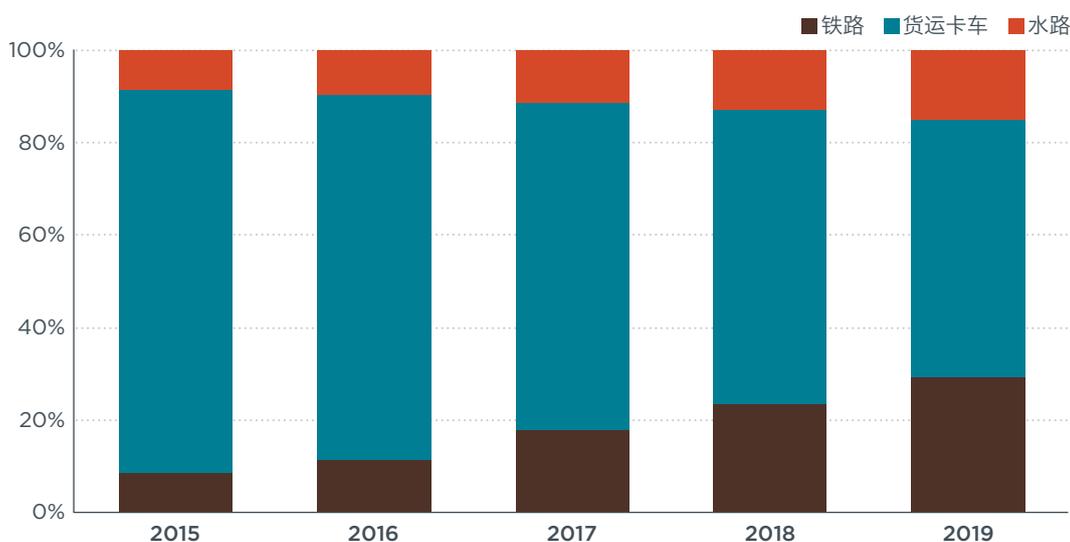


图50. 中国各运输模式的乘用车运输量占比（按车辆数量计）

中美对比

如图51所示的对比情况，相比于美国，中国在选定的三类商品上的运输需求量更大。这表明中国在构建绿色高效的运输体系方面比美国面临更为艰巨的挑战，特别是对于铁矿石、煤炭这类大宗货物。铁矿石方面，中国在全球钢铁生产中占市场主导地位，铁矿石消耗量是美国的63倍以上；煤炭方面，中国的煤炭使用量是美国的8倍以上，主要是用于发电和重工业。此外，美国在煤炭和铁矿石的消耗量方面早已达到了

⁹ 交通部、公安部、工信部及其他两部委于2016年联合发布了《车辆运输车治理工作方案》（交办运[2016]107号），对违规改装、超载超限运营的车辆运输车进行治理。2018年，管理部门进一步发布了《关于深入推进车辆运输车治理工作的通知》（交办运函[2018]702号），进一步加强了对车辆运输车的管理。

峰值，然而中国仍处于向煤炭和铁矿石消耗量达峰迈进阶段。随着中国的经济转型和产业升级，商品车等高附加值产品的运输需求也可能会继续增加。

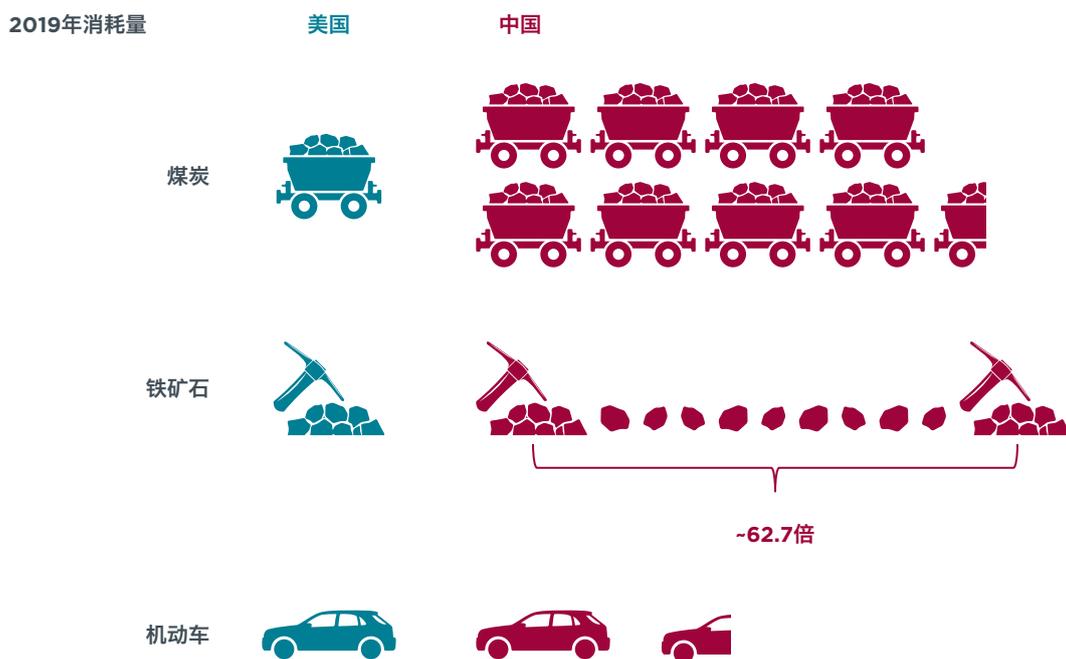


图 51. 2019年中美三种选定商品的运输量需求对比

如图21所示，美国和中国对于上述三种商品所采用的运输模式不尽相同。对于煤炭和铁矿石这类大宗货物，美国大多是采用铁路运输，而中国尽管铁路和水路运输量不断增长，但目前仍主要采用公路运输。水路运输在美国煤炭运输领域的应用较少，这主要是由于煤炭的生产转移到了西部山区，受地理限制不便使用水路运输。金属矿石运输方面，由于矿山的位置通常靠近五大湖地区，所以金属矿石在美国也经常采用水路运输。中国方面，铁路和水路运输都是大宗货运的重要运输方式，其中铁路运输更多应用于煤炭运输，水路运输更多应用于铁矿石运输。

对于以商品车为例的高附加值产品，中美两国都主要依赖于公路运输，但中国的情况更加多元化，铁路和水路运输合计占据市场份额的44%（按车辆数量计）。此外，多式联运也是美国货运体系的重要组成部分，其市场份额在5-13%之间（按重量计），在中国缺乏相关的统计数据，暂时无法了解多式联运的市场份额情况。

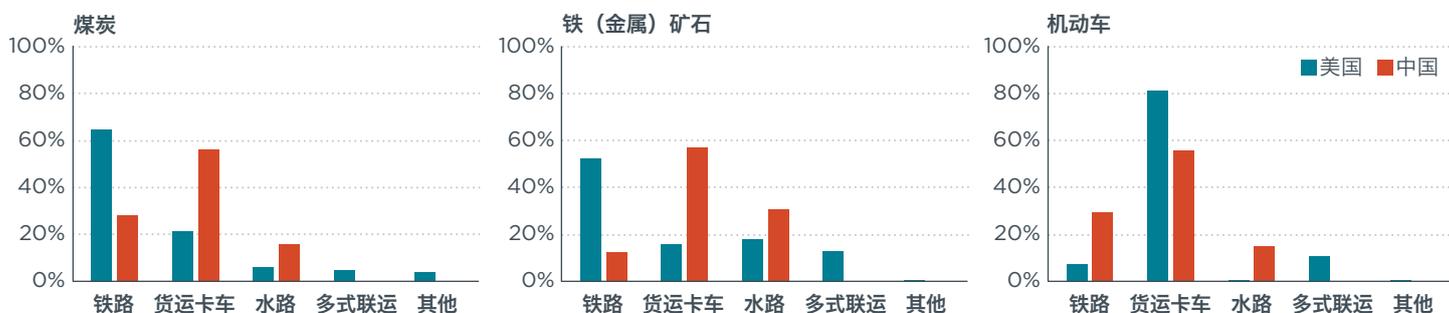


图 52. 按重量划分的产品运输模式份额对比

(其中中国商品车产品的份额按运输商品车产品数量计，图中美国数据为2018年数据，中国数据为2019年数据)

* 图中其他代表的是其他运输模式，包括航空、管道和其他未知模式。

图53展示了在政策影响下，三类货物在美国和中国的运输模式变化情况。1997至2018年期间，美国的铁矿石运输更多采用了铁路和水路运输（按重量计），这主要是因为更优化的货运系统和基础设施，铁路和水路为重型、散装产品提供了更好的连接和更低的运输价格。煤炭运输与铁矿石运输情况不同，公路运输和多式联运在较大份额上取代了铁路和水路运输，这主要是因为受1991年的“冰茶法案”促使了铁路和水路运输更多地应用于多式联运中。商品车运输方面，公路运输和多式联运的份额占比有所增加。中国方面，2015至2019年期间中国铁路和水路运输在上述三类商品运输中的占比均出现了明显上涨，随之带来的是公路运输占比的显著下降；但最显著的上升来自于乘用车的铁路和水路运输，这些变化主要源于政府部门对超载和超限的公路运输车辆加强了监管，以及对特定行业提出了运输结构调整要求。

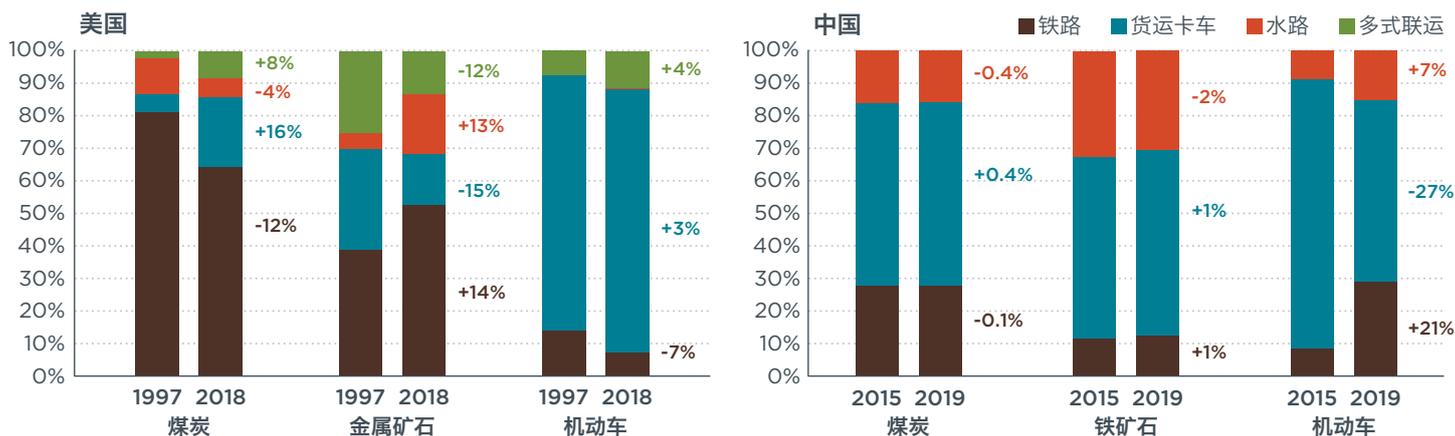


图 53. 三类商品的各种运输模式份额对比 (按重量计)

(其中中国商品车产品的份额按运输商品车产品数量计，图中美国数据为2018年数据，中国数据为2019年数据)

图54在考虑运输重量和运输距离两方面因素的情况下，比较了美国三类商品的运输周转量(吨-英里)变化情况。可以看出，煤炭和金属矿石等大宗货物越来越倾向于采用铁路和水路运输。与1997年相比，2018年铁路运输周转量在煤炭运输领域的份额比1997年增加了近20%，在金属矿石运输领域的份额增加了约12%；水路运输周转量在金属矿石运输领域的份额增加了12%，但在煤炭运输领域的份额减少了4%。这可能是由于煤炭生产向西部转移，水路通道减少。与此同时，公路运输在商品车等高附加值产品运输领域的份额有所增长。尽管采用跨多种运输模式的多式联运在上述三种选定商品运输市场中仍然占有较为可观的份额，但其市场整体有所萎缩。此外，煤炭和商品车的平均运输距离有所增加，但金属矿石的平均运输距离有所减少。

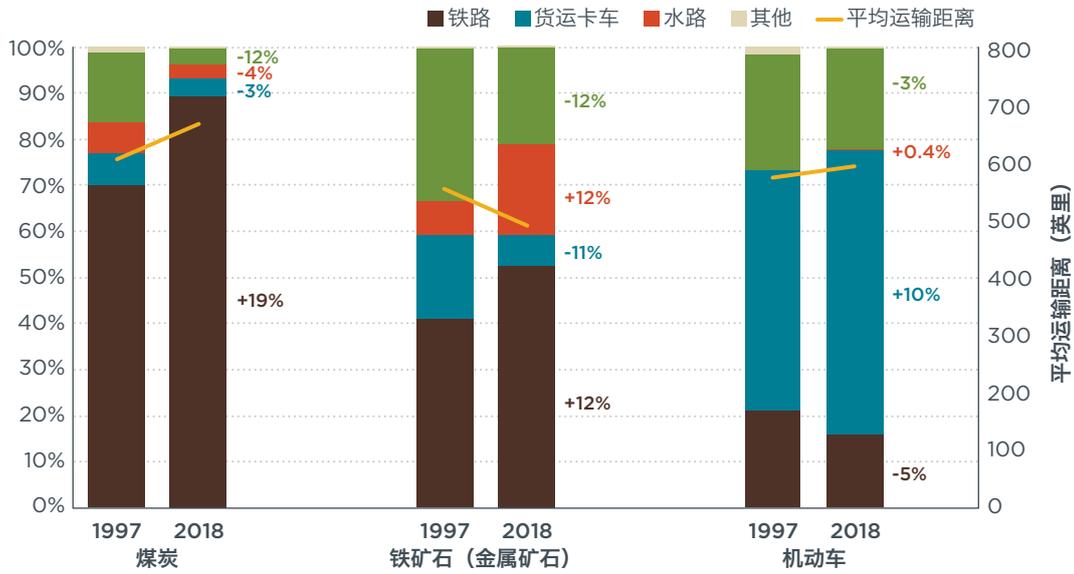


图 54. 1997和2018年美国三种选定商品的运输周转量 (吨-公里) 和平均运输距离变化情况

主要结论及建议

主要结论

- » 整体上，中国的货运活动经历了爆发式增长，2009年货运活动总量超过美国，并且还在保持快速增长的趋势。2018年，中国运输系统的货运总量为510亿吨，货运周转量为15万亿吨-公里；同期，美国的货运总量为190亿吨，货运周转量为8.4万亿吨-公里。
- » **公路运输**在中美两国都是主要的运输模式，货运周转量占比为40-50%，但两国的发展趋势有所不同。美国的公路运输活动量近年来相对保持稳定，而中国的公路运输占比在过去40年间从5%增长至将近50%。
- » 美国**铁路运输**的货运周转量占比要高于中国，2018年美国铁路货运周转量占比为27%，而中国为19%。上世纪80年代以来，两国铁路运输呈现出了完全不同的发展模式，美国铁路运输的市场份额在过去40年间增长了50%，中国则减少了近75%。
- » **水路运输**对于中美两国而言都是成本最低廉的大宗货物运输方式。目前美国水路运输的份额比例已降至仅余10%，而中国水路运输的份额则增长到了31%，成为了中国第二大货运周转方式。
- » 中美两国在**管道运输**方面的发展差异也非常大。2018年，美国管道运输周转量占比为19%，而中国仅为3%。管道运输在美国石油产品和水煤浆运输系统中发挥着重要作用，而中国的管道则主要用于石油、天然气和石油产品运输。
- » 中美两国的**航空运输**都增速迅猛。尽管航空运输在数据图表中的占比最小，但在过去40年中，美国航空运输的增幅为4倍，中国则高达271倍。这样的增幅变化主要是由于两国对于高附加值产品和高时效性运输需求的增加。
- » **多式联运**在美国的应用也较为广泛，主要用于较长距离运输，而中国方面暂时缺少相关统计数据。美国多式联运在过去几十年中增长迅猛，特别是公铁联运的增长尤为显著。
- » 与美国不同的是，中国的重型大宗货物仍占据着商品市场的主导地位。中国经济中占重要地位的第二产业，特别是重工业，对煤炭和矿产等大宗货物的需求量极大；此外，对燃煤发电的依赖也进一步促进了煤炭消费。对大宗重型商品的需求推动着中国所有运输模式的货运周转量快速增长。
- » 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。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。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。

为中国提供的建议

从根本上向服务型经济和更清洁的能源转型。货运活动与经济因素密切相关并且在很大程度上会受到经济的影响，经济因素决定了运输商品的种类、数量、货物生产和消费的地点及其运输方式。从经济结构上，美国的经济更多地集中在第三产业（服务行业）上，导致大宗货物（如煤炭和矿石）的运输量减少。另外，美国能源领域逐步向天然气和可再生能源进行升级调整，也进一步减少了对煤炭消费的依赖，从而减少了煤炭运输。美国的经验证实了经济和能源对货运活动的重要影响。因此，中国应考虑

加速向服务型经济和向清洁能源转型升级，并不断优化产业结构和产业布局以减少大宗货物中长距离运输。

继续加严能效、碳排放、燃油质量和尾气污染物控制标准。美国和中国经验证明，即使在货运活动迅速增长和能源需求增加的情况下，排放控制标准和法规也能有效地减少运输领域的污染排放，改善空气质量。此外，就像在轻型车和城市公交的进程上一样，中国还应带头推进电动化、新能源和清洁货运技术，进一步加速向绿色和可持续货运体系转型。

立足于发展多式联运，规划和提升高效货运系统。过去几十年来，美国的货运政策一直把重点放在加强不同运输模式、不同州以及不同地区之间的运输协作和提升货运体系的整体效率方面。相关政策措施均以提高货运行业整体运行能力为目的，而不是面向单一某种运输模式，这一做法在美国取得了巨大成功，令所有运输模式都取得了生产力的卓然跃升。美国的经验表明，运输模式之间的协作有助于实现高效的货运体系。鉴于目前中国已经加快推进货运市场化，制定一套包含多式联运架构的发展战略规划对于加速向高效的运输结构转型是至关重要的。

加大基础设施投资，为建立高效的多式联运体系提供保障。美国已经从联邦、州、地区乃至私营层面划拨了大量资金用于支持建设各种运输模式所需的网络和基础设施。通过资金定向分配的方式，美国构建了多式联运转运枢纽、衔接设施以及其他设备，将所有运输模式连接在一起构建成了运输网络。中国也需要确保和增大长期资金投入，未来为现代化多式联运提供所需的设备和基础设施。除了中央、省级和地方层面的投入，中国还可以鼓励相关机构、企业甚至是私人进行投资。

通过战略政策杠杆，提升铁路运输、水路运输和管道运输在大宗货运中的占比。基于对煤炭和铁矿石的分析，可以发现铁路运输在2018年的运输结构调整政策的影响下，其增长幅度较快，但铁路占比变化不大，这主要由于公路行业基数太大，也由于相关政策的力度不够。这为进一步提高铁路利用率留下了巨大的潜力。中国亟需开展相关分析和研究，设定发展目标和战略，推动公路运输以外的其他运输模式发展，挖掘铁路运输、水路运输、管道运输以及多式联运在中国的应用潜力。

利用铁路运输的潜在运力运输更高价值的产品，提高成本效益。作为美国货运系统的支柱，铁路在运输煤炭、农产品、矿产以及长途货运和多式联运方面发挥着主导作用。但目前中国的铁路系统尚不具备这样的特征。目前中国已经开始投资建设完整的运输网络体系，并致力于降低托运人的运输成本，未来铁路在引领中国货运活动方面可能会发挥更大的作用。

大力发展提升货运效率的先进技术。集装箱的发明为多式联运的应用铺平了道路，使得货品在不同运输模式之间持有、运输、转移和处理都采用相同的标准化包装。集装箱在货运领域中的广泛采用提高了整体运输效率，因为它有助于更好地实现不同运输模式之间的衔接。美国近期批准的“车队自动列队行驶”技术进一步增强了在高速行驶状态下的节能潜力。因此，这种跨模式技术对于中国推广多式联运、提高效率、降低成本和减少货运领域排放是至关重要的。

重视基础性研究和数据收集。中国在货运数据收集方面与美国存在一些差距。与美国每五年开展的商品流向调查相比，中国的公开数据和信息非常有限。《中国统计年鉴》对交通运输部门的整体情况有比较全面的收录，但仍缺乏货运领域的详细信息，如运输的商品类型、原产地、目的地、价值、重量以及运输模式。一套精心设计并采

集的数据可以用于了解商品运输的具体信息并成为一项重要的分析工具, 为政策制定者、行业业主、研究人员和分析师提供帮助, 使其能够更好地评估对货运基础设施和服务的需求、能源消耗量, 甚至是安全风险和环境问题。

参考资料

- 阿拉米达货运走廊管理局 (ACTA) (2021年). *Environmental benefits*. 详见: <https://www.acta.org/about/environmental-benefits/>
- 美国铁路协会 (AAR) (2020年10月a). *What railway haul: motor vehicles & parts*. 详见: <https://www.aar.org/wp-content/uploads/2020/07/AAR-Motor-Vehicles-Fact-Sheet.pdf>
- 美国铁路协会 (AAR) (2020年). *Freight rail: always moving for all of us*. 详见: <https://www.aar.org/campaigns/the-staggers-rail-act-40th-anniversary/>
- 美国铁路协会 (AAR) (未标注日期a). *Chart: U.S. Freight Railroad Performance*. 详见: <https://www.aar.org/data/u-s-freight-railroad-performance-since-staggers-act/>
- 美国铁路协会 (AAR) (未标注日期b). *What railroads haul: coal*. 详见: <https://www.aar.org/wp-content/uploads/2020/07/AAR-Coal-Fact-Sheet.pdf>
- 美国商务部经济分析局 (2020年). *GDP by industry*. 详见: <https://www.bea.gov/data/gdp/gdp-industry>
- 交通运输部统计局 (BTS) (2014年11月). *The changing face of transportation*. 详见: https://www.bts.gov/archive/publications/the_changing_face_of_transportation/index
- 交通运输部统计局 (BTS) (2020年). *Annual U.S. motor vehicle production and domestic sales*. 详见: <https://www.bts.gov/content/annual-us-motor-vehicle-production-and-factory-wholesale-sales-thousands-units>
- 交通运输部统计局 (BTS) (2021年3月). *Freight Analysis Framework Version 4 (FAF4)*. 详见: <https://www.bts.gov/faf/faf4>
- 交通运输部统计局 (BTS) (未标注日期). *Nation Transportation Statistics*. 详见: <https://www.bts.gov/topics/national-transportation-statistics>
- 可持续城市货运系统优化中心 (CoE-SUFS) (2021年). *Impacts of policy induced modal-shift*. 详见: <https://coe-sufs.org/wordpress/ncfrp44/>
- Cherney, David. (2021年1月13日). *Coals unstoppable decline means carbon emissions from electricity will keep dropping for years to come*. 详见: <https://www.forbes.com/sites/officedepotofficemax/2021/04/05/five-tips-for-building-an-adaptable-business/?sh=69e77c036d0c>
- Donovan, A. (2000年). *Intermodal transportation in historical perspective*. *Transportation Law Journal*. Volume: 27. Issue Number: 3. ISSN 0049-450X. 详见: <https://trid.trb.org/view/684122>
- “从工厂到本地零售商 (From the auto Factory to your local dealership)” (2020年7月). 详见: <https://www.up.com/customers/track-record/tr050520-auto-factory-to-dealership.htm#>
- Goldman, B. (2019年1月). *Freight Issues in Surface Transportation Reauthorization*. Congressional Research Service. 详见: <https://sgp.fas.org/crs/misc/R45462.pdf>
- Grenzeback, L.R.; Brown, A.; Fischer, M.J.; Hutson, N.; Lamm, C.R.; Pei, Y.L.; Vimmerstedt, L.; Vyas, A.D.; Winebrake, J.J. (2013年3月). *Freight Transportation Demand: Energy-Efficient Scenarios for a Low-Carbon Future*. *Transportation Energy Futures Series*. Prepared by Cambridge Systematics, Inc., and the National Renewable Energy Laboratory (Golden, CO) for the U.S. Department of Energy, Washington, DC. DOE/GO-102013-3711. 82 pp. 详见: <https://www.nrel.gov/docs/fy13osti/55641.pdf>
- Hwang, Ho-Ling, Hargrove, Stephanie, Chin, Shih-Miao, Wilson, Daniel W., Lim, Hyeonsup, Chen, Jiaoli, Taylor, Rob, Peterson, Bruce, & Davidson, Diane (2016年9月). *The Freight Analysis Framework Version 4 (FAF4) - Building the FAF4 Regional Database: Data Sources and Estimation Methodologies*. United States. 详见: <https://doi.org/10.2172/1325489>
- 国际能源署 (IEA) (日期未标注). *Data and statistics*. 详见: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables/?country=WORLD&energy=Balances>
- 国际交通论坛 (2019年5月). *ITF transport outlook 2019*. OECD发布, 巴黎 详见: https://doi.org/10.1787/transp_outlook-en-2019-en
- Khan, M. and Philips, G. (1989年4月). *An Overview of Literature Data on Sulfur Evolution During Coal Devolatilization*. U.S. Department of Energy. 详见: <https://www.osti.gov/servlets/purl/5002230#:~:text=The%20total%20sulfur%20in%20coal,of%20sulfur%20found%20in%20coal%3A&text=Inorganic%20sulfur%2C%20which%20is%20physically,discrete%20particles%20or%20thin%20layers.>
- Kirk, W. (2000年). *Iron ore*. U.S. Geological Survey Mineral Yearbook-2000. 详见: <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/prd-wret/assets/palladium/production/mineral-pubs/iron-ore/iomyb00.pdf>
- Magda, M. (未标注日期). *How auto transport works*. 详见: <https://auto.howstuffworks.com/under-the-hood/auto-manufacturing/auto-transport.htm#pt7>
- Mintz, M., Saricks, C., & Vyas, A. (2015年2月). *Coal-by-rail: A business-as-usual reference case*. Argonne National Laboratory. ANL/ESD-15/6. 详见: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2015/04/f22/QUER%20Analysis%20-%20Coal-by-Rail%20Business-as-Usual%20Reference%20Case.pdf>

- Moore, T. (2002年). *Moving Ahead*. Hoover Institution. Regulation Summer. 详见: <https://www.cato.org/sites/cato.org/files/serials/files/regulation/2002/7/v25n2-3.pdf>
- 国家统计局 (2019年). 《中国统计年鉴2019》. 详见: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2019/indexch.htm>
- 国家研究委员会. 2007年. *Coal: Research and Development to Support National Energy Policy*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11977>.
- 橡树岭国家实验室 (2021年). *Freight Analysis Framework version 5*. 详见: https://faf.ornl.gov/faf5/dtt_total.aspx
- Rodrigue, Jean-Paul (2020年). *The geography of transport systems, fifth edition*. New York: Routledge, 456 pages. ISBN 978-0-367-36463-2
- Samuels, C. (2019年10月). History of car imports into the United States. 详见: <https://traderiskguaranty.com/trgpeak/data-trends-united-states-car-imports/>
- Tax Policy Center (2020年5月). *Tax policy center briefing book - key elements of the U.S. tax system*. 详见: <https://www.taxpolicycenter.org/briefing-book/what-highway-trust-fund-and-how-it-financed>
- TRAC Intermodal (日期未标注). *Intermodal Industry Overview*. 详见: https://www.tracintermodal.com/wp-content/uploads/PDFs/Introduction_To_Intermodal_Industry_TRAC_2.pdf
- Tuck, C. (2017年). *Iron Ore*. U.S. Geographic Survey Minerals Yearbook-2017. 详见: <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/prd-wret/assets/palladium/production/mineral-pubs/iron-ore/myb1-2014-feore.pdf>
- 联合国贸易和发展大会 (2020年). *Review of maritime transport 2020*. 详见: https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2020_en.pdf
- 美国农业部农业市场服务 (2008年). *Study of rural transportation issues*. Chapter 5. 详见: <https://www.ams.usda.gov/services/transportation-analysis/rti>
- 美国交通部 (2000年12月). *NHS intermodal freight connectors*. 详见: https://ops.fhwa.dot.gov/freight/freight_analysis/nhs_intermod_fr_con/index.htm
- 美国交通部 (1999年10月). *Review of the Alameda Corridor Project*. Report No. TR-2000-04. 详见: <https://www.oig.dot.gov/sites/default/files/tr2000004.pdf>
- 美国交通部 (2005年8月). *A summary of highway provisions in SAFETEA-LU*. 详见: <https://www.fhwa.dot.gov/safetealu/summary.htm>
- 美国交通部 (2015年11月). *TEA-21 - Transportation Equity Act for the 21st century*. 详见: <https://www.fhwa.dot.gov/tea21/index.htm>
- 美国交通部 (2017年2月). *Major Freight Corridors*. Freight management and operations. 详见: https://ops.fhwa.dot.gov/freight/freight_analysis/freight_story/major.htm
- 美国能源信息管理局 (U.S. EIA) (2019年7月). *More U.S. coal-fired power plants are decommissioning as retirements continue*. 详见: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=40212>
- 美国能源信息管理局 (U.S. EIA) (2020年4月a). *Coal (data)*. 详见: <https://www.eia.gov/coal/data.php#transrate>
- 美国能源信息管理局 (U.S. EIA) (2020年4月b). *Monthly Energy Review, Table 1.3*. 详见: <https://www.eia.gov/energyexplained/us-energy-facts/>
- 美国能源信息管理局 (U.S. EIA) (2020年5月c). *Coal transportation rates in the United States decreased for the fifth consecutive year*. 详见: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=43695>
- 美国能源信息管理局 (U.S. EIA) (2020年11月d). *Coal explained - mining and transportation of coal*. Last reviewed December, 2020. 详见: <https://www.eia.gov/energyexplained/coal/mining-and-transportation.php#:~:text=Coal%20can%20be%20transported%20from,modes%20of%20long%20distance%20transportation.&text=Barges%20transport%20coal%20on%20rivers%20and%20lakes>
- 美国能源信息管理局 (U.S. EIA) (日期未标注a). *The coal transportation rate database*. 详见: <https://www.eia.gov/coal/transportationrates/archive/2008/ctrdb/database.html>
- 美国能源信息管理局 (U.S. EIA) (日期未标注b). *Total energy-table 6.1 coal overview*. 详见: https://www.eia.gov/totalenergy/data/browser/index.php?tbl=T06_01#/?f=M
- 美国地理调查 (2020年1月). *Mineral Commodity Summaries*. 详见: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2020/mcs2020-iron-ore.pdf>
- 美国地理调查 (日期未标注). *National minerals information center—iron ore statistics and information*. 详见: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/iron-ore-statistics-and-information>

附录 A

美国和中国都是按产业来跟踪其经济发展状况的。尽管这两个国家之间的划分并不完全相同，但总体产业分类是一致的。表A1以中国的《国民经济行业分类》为指导，展示了中美两国的经济产业分类情况。总体而言，三大经济产业通常被称为第一产业（农业、林业、渔业和牧业）、第二产业（工业、建筑和采矿业）和第三产业（服务相关产业）。

这种分类方式在中美两国之间相当一致，特别是对第一和第二产业的划分。两国在界定第三产业方面存在一些差异，但两国的服务产业发展状况仍具有可比性。

表A1. 中美两国经济产业对比

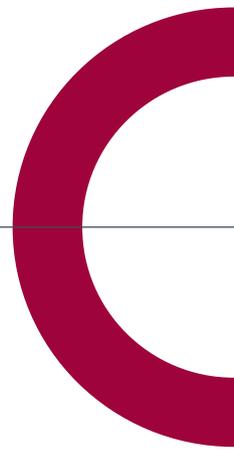
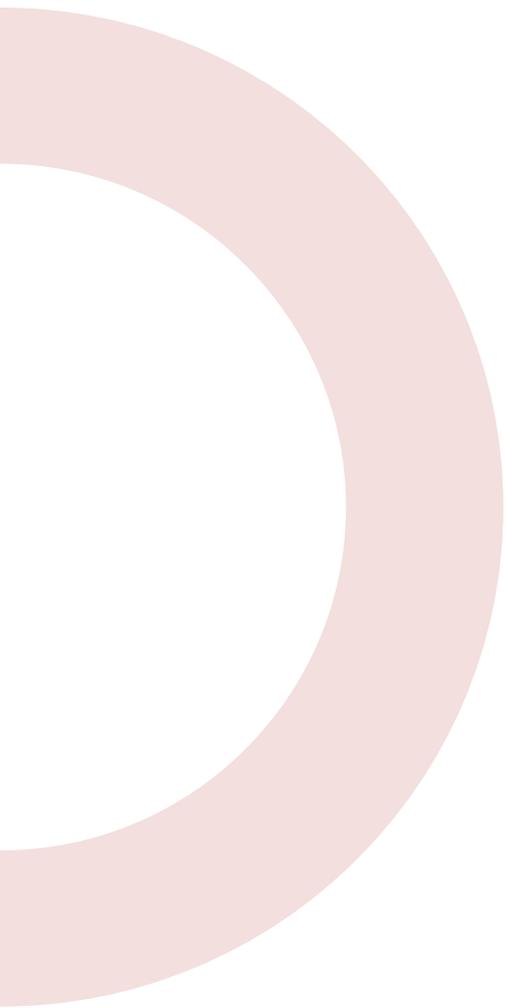
(中国) 产业结构分类 《国民经济行业分类》(GB/T4754—2002)	美国产业分类	中国产业分类
第一产业: 农、林、牧、渔业及其服务业	农林牧渔业	农林牧渔业
第二产业: 采矿业 制造业 电力、燃气及水的生产和供应业 建筑业	采矿业	采矿业
	电力、燃气及水的生产和供应业	电力、燃气及水的生产和供应业
	建筑业	建筑业
	制造业	制造业
第三产业: 交通运输、仓储和邮政业 信息传输、计算机服务和软件业 批发和零售业 住宿和餐饮业 金融业 房地产业 租赁和商务服务业 科学研究、技术服务和地质勘查业 水利、环境和公共设施管理业 居民服务和其他服务业 教育 卫生、社会保障和社会福利业 文化、体育和娱乐业 公共管理和社会组织 国际组织	批发贸易业	批发和零售业
	零售业	
	交通运输仓储业	交通运输、仓储和邮政业
	信息业	信息传输、软件和信息技术服务业
	金融、保险、房地产、租赁业	金融业 房地产业 租赁和商务服务业
	专业及商务服务业	科学研究、技术服务和地质勘查业 居民服务和其他服务业
	教育、卫生及社会保障业	教育 卫生、社会保障和社会福利业
	艺术、文化、娱乐、住宿和餐饮业	文化、体育和娱乐业
	其他服务业（除政府）	其他服务业
	政府	公共管理和社会组织 国际组织

附录 B

中央和地方层面已经开展了多重行动来推动大宗货运向铁路和水路转型。表B1详细列出了中国在交通运输结构调整方面的进展并摘录了相关政策措施的主要内容。

表B1. 中国在交通运输结构调整方面的主要管理进展

序号	发文单位	文件名称	日期	关键内容
1		《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	提出“推进钢铁、电力、电解铝、焦化等重点工业企业和工业园区货物由公路运输转向铁路运输。显著提高重点区域大宗货物铁路水路货运比例，提高沿海港口集装箱铁路集疏港比例。”
2		《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	提出“到2020年，全国铁路货运量比2017年增长30%，京津冀及周边地区增长40%、长三角地区增长10%、汾渭平原增长25%。大力推进海铁联运，全国重点港口集装箱铁水联运量年均增长10%以上”目标 要求“在环渤海地区、山东省、长三角地区，2018年底前，沿海主要港口和唐山港、黄骅港的煤炭集港改由铁路或水路运输；2020年采暖季前，沿海主要港口和唐山港、黄骅港的矿石、焦炭等大宗货物原则上主要改由铁路或水路运输。”
3	国务院	《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	提出“推进中长距离大宗货物、集装箱运输从公路转向铁路”以及相关工作要求。
4		《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	对全国运输结构调整工作作出系统部署和安排，提出运输结构调整三年目标和“六大行动”。
5		《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	打造绿色高效的现代物流系统。优化运输结构，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等“公转铁”重点项目建设，推进大宗货物及中长距离货物运输向铁路和水运有序转移。
6		《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	积极调整运输结构，推进铁水、公铁、公水等多式联运，加快铁路专用线建设。加强物流运输组织管理，加快相关公共信息平台建设和信息共享，发展甩挂运输、共同配送。
7		《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	细化运输结构调整工作目标及任务安排，将铁路货运增量目标细化分解，提出京津冀及周边地区运输结构调整示范区建设实施方案，明确京津冀及周边地区港口集疏运铁路、工矿企业和物流园区铁路专用线重点建设项目列表。
8		《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	深入清理规范地方政府收费，继续清理简化铁路货运杂费，加强专用线代维等服务收费管理，合理降低地方铁路运价水平，进一步规范经营者收费行为。
9	中央部委	《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	充分利用既有铁路设施，加快铁路专用线建设，打通铁路运输“最后一公里”，提高共建共享利用效率，提升服务水平，增加铁路货运量。 提出铁路专用线重点项目。
10		《关于推进实施 超低排放的意见》（环大气〔2019〕35号）	2019年4月	提出“进出钢铁企业的铁精矿、煤炭、焦炭等大宗物料和产品采用铁路、水路、管道或管状带式输送机清洁方式运输比例不低于80%”
11		《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	提出推进机制砂石中长距离运输“公转铁、公转水”，减少公路运输量，增加铁路运输量，完善内河水运网络和港口集疏运体系建设。有序发展多式联运，加强不同运输方式间的有效衔接，大力发展集装箱铁公联运，切实提高机制砂石运输能力。加快建设封闭式运输皮带廊道，逐步减少散货露天装卸量。
12	地方政府	各省（自治区、直辖市）推进运输结构调整实施方案		贯彻国务院关于运输结构调整工作部署，系统部署运输结构调整各项工作，加快推进落实。
13	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	系统部署铁路货运增量各项工作，提出铁路货运增量目标，以及煤炭、矿石、商品车、集装箱等铁路货运增量具体方案，明确重点工程项目。
14	重点企业	运输结构调整实施方案		港口企业，煤炭、钢铁、电力等工矿企业，铁路运输企业等运输结构调整实施方案



www.theicct.org
communications@theicct.org
[twitter @theicct](https://twitter.com/theicct)