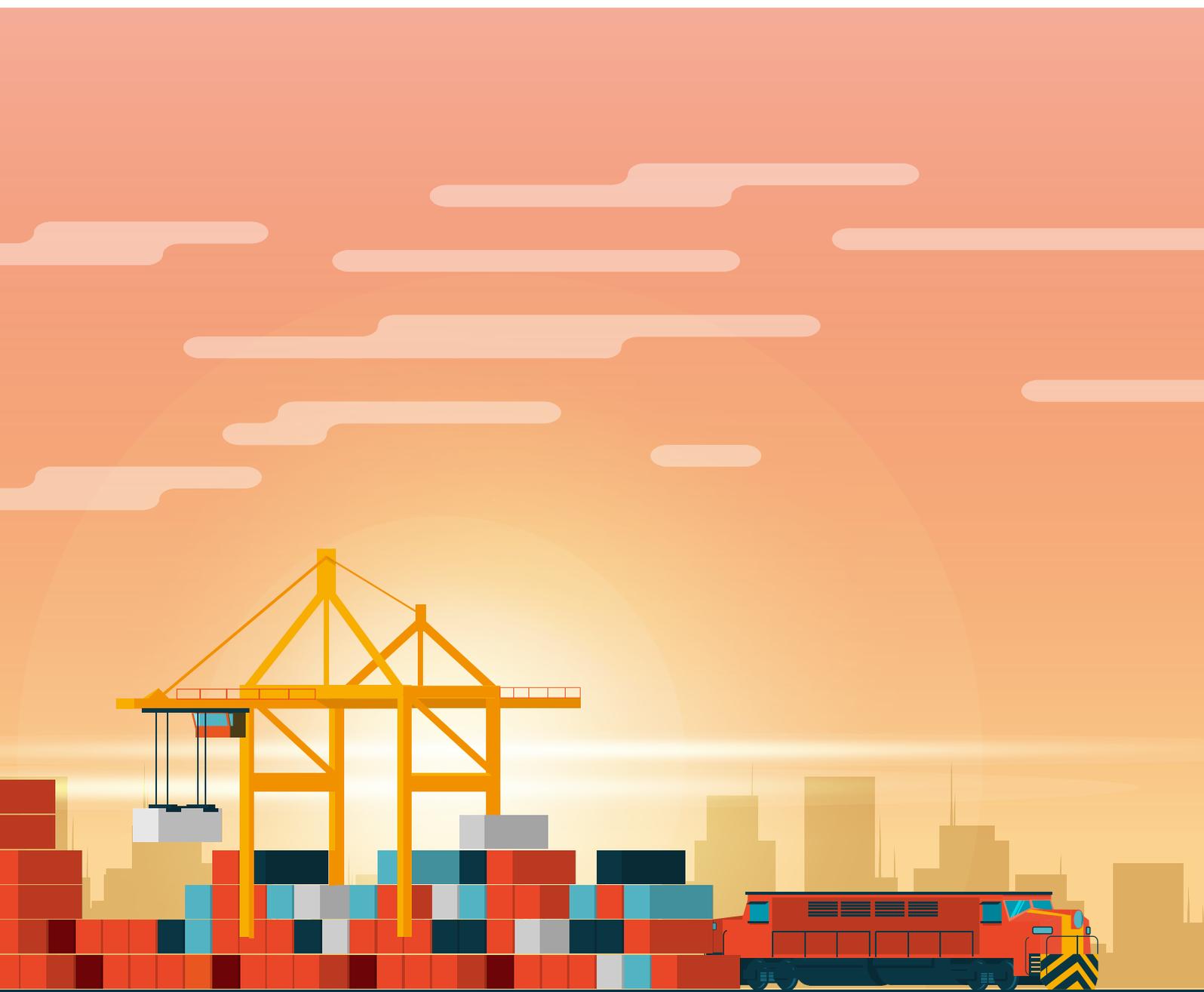


环境议程对国际 铁路货运的影响



目录

——	碳管制对国际货运的影响	2
	全球气候对国际货运的挑战	2
	脱碳政策框架内的铁路运输	6
——	铁路运输的环境效益及其制约因素	8
	比较铁路运输的优势和制约因素	8
	铁路的生态和技术未来	13

碳管制对国际货运的影响

全球气候对国际货运的挑战

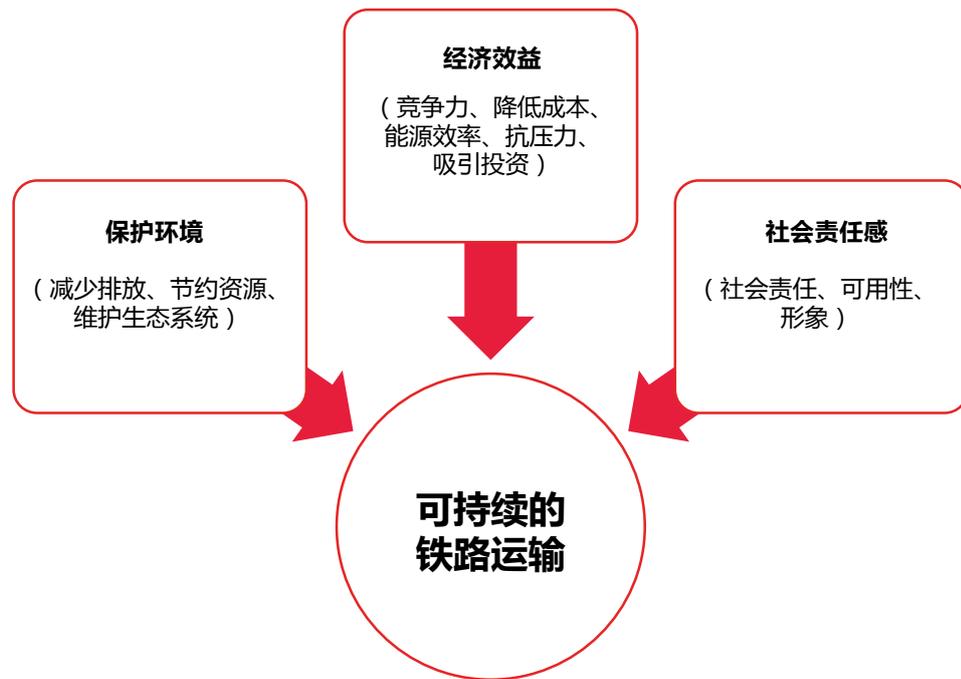
过去两个世纪以来,以货物,服务和人员的流动为中心的全球化和国际贸易为人类带来了前所未有的福祉。国际货运是取得成功的关键。航运使连接世界成为可能。铁路运输是改变世界的第一次工业革命的具体化。航空运输使世界真正变得全球化。

作为全球化的缩影,国际货运也越来越受到绿党的批评,原因有两个。首先,世界上约有25%的二氧化碳排放量来自运输。其次,运输是全球化的主要驱动力,由于世界发展不平衡,它也是批评的对象。如今,在全球价值链中,主要是在跨国公司中60%的国际贸易是中间产品。因此,作为运输业的一部分,国际货运不可避免地受到环境议程的影响。

最近几十年,全球气候变化在其它环境问题中凸现出来。人为起源的温室气体——二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、一氧化二氮(N₂O)、全氟化碳(PFCs)、氢氟碳化物(HFCs)、六氟化硫(SF₆)和三氟化氮(NF₃)是造成温室效应的主要原因。导致气候变化频率增加,地球温度升高,冰川融化,淹没海平面以下领土,破坏地球的生物多样性。此外,在所有温室气体中,全球变暖的主要来源(超过排放量的60%)就是二氧化碳(CO₂)。

为了预防灾难,越来越多的国家和协会正在着手发展低碳。作为这项政策的一部分,国家为这些行业(排碳量最少或不排碳)的发展和创新的引进提供激励措施。

在碳管制的同时,可持续发展的概念也在不断发展和宣传。除环境因素外,它还包括社会发展问题。联合国的17个**可持续发展目标**涵盖了人类活动的大部分,包括许多指标层面的运输业。解决环境问题与创新,集约化和高质量发展密切相关。



管制排放和低碳发展体现在多个层面上。在国际层面,管制是在联合国主持下的国际条约框架内进行的。国际气候法规的出现有两个基础:了解环境问题的重要性和经济方法是解决这些问题最有效的手段。根据《京都议定书》,建立了碳限量排放交易系统(cap-and-trade),从而将排放与“所有者”联系起来,“所有者”可以交易自己的配额或从他人那里购买配额。在协会和国家层面的灵活性机制下,私人排放限制和交易配额制度开始发挥作用,例如,自2005年起生效的欧洲(欧盟排放配额交易制度)。

自2020年《京都议定书》结束以来,主要的国际条约是2015年的《巴黎气候协定》。为实现包容性和真正的全球性,协议中没有约束性要求。每个国家都在减少排放量和完成目标报告目标方面承担了一些自愿义务。

因此,引入了国家(超国家)碳管制。欧洲联盟是绿化的领导者之一。根据所谓与“相当于欧洲登月的欧洲”相当的绿色协议,欧盟计划到2050年实现碳中和。

为实现这一目标,计划进行许多措施。首先,欧洲碳限量排放交易系统将扩大,排放价格上涨。目前,它覆盖了欧盟所有二氧化碳排放量的约45%。自2016年以来,已将占全球二氧化碳排放量2-3%的航空运输纳入该系统,但是由于国际民航组织实施了碳补偿和减少碳排放系统(CORSIA),因此欧洲经济区仅包括欧洲限量交易系统仅包含欧洲经济区内的航班,不包括国际航班。这项豁免将在2023年到期,之后公司将被迫在拍卖中购买额外排放权。

欧盟内部仍在继续讨论将海上运输纳入限量排放交易体系。作为受冠状病毒危机影响后恢复欧盟经济计划的一部分,欧盟委员会计划从扩大国际航空和海上运输的碳限量排放交易系统中获得约100亿美元。在欧洲议会的支持下,最早可以在明年做出扩大的最终决定。

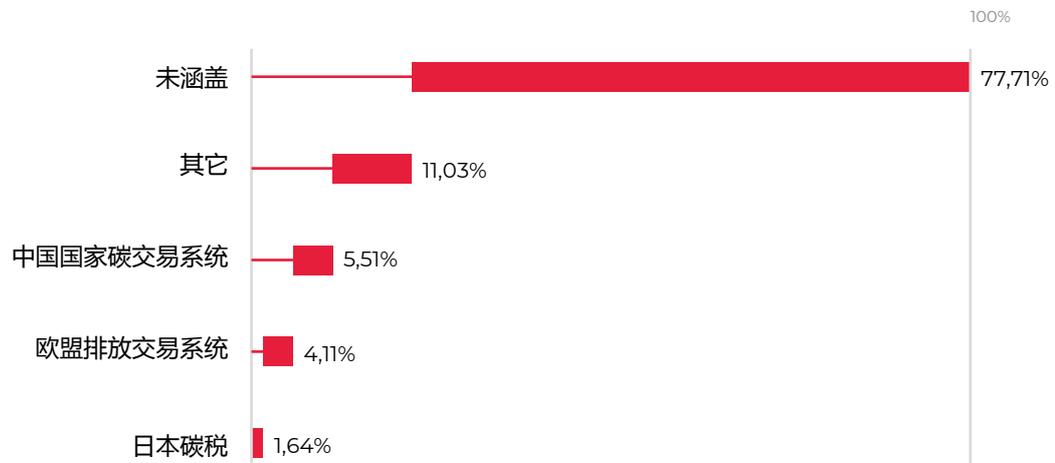
铁路运输已经完全纳入该系统中。根据欧洲铁路和基础设施公司共同体(CER)的数据,铁路公司每年为二氧化碳排放支付约1.1亿欧元,作为用污染能源发电间接排放的补偿(约60%)。同时,目前该系统中根本不包括汽车运输,并且由于立法豁免,航空运输仅占15%。因此,铁路运输已经生活在一个新的现实中,碳管制的进一步加强将扩展到其他运输方式,这将增强铁路的竞争地位。

《欧洲绿色协议》下的第二项行动将是引入欧盟边境调整机制 (PCUM) 或碳税。欧盟边境调整机制 (PCUM) 仍在讨论中的具体轮廓和方法将把**碳负担**转移到第三国生产商。也就是说,它旨在对环境法规不太严格或不存在的国家的商品形成碳管制。

碳管制已经成为新现实的前兆,尽管到目前为止,在一个(尽管是先进的)区域内的应用仍然受到限制。为了回应欧盟的行动,特别快速推出边境调整机制 (PCUM),其轮廓最早将于明年确定,其他国家则被迫制定类似的环境管制工具,例如在日本,大韩民国以及不久的将来在中国建立国家碳限量排放交易系统的例子中就可以看到这一点。

全球温室气体限量排放交易系统范围

(2021 年启动中国系统后的预测)



来源

脱碳政策框架内的铁路运输

在欧盟的低碳战略框架内,铁路运输的发展被指定为最重要的绿色运输方式之一。根据欧洲委员会的建议,计划将2021年定为**铁路年**。尽管交通运输部门在欧盟排放中所占的份额从1990年的15%增加到今天的24%,但与其他方式相比,铁路运输一直在减少排放。根据欧盟委员会的计算,到2030年铁路在欧盟货物运输中的份额应达到**30%**。因此,欧盟长期热衷于发展铁路。

铁路排放取决于许多因素。首先,高度电气化(约55%)有利于欧洲道路的环境友好。其次,在评估直接排放和间接排放时,能源的环境友好性至关重要。欧盟的低碳能源约占**40%**。可再生能源的份额为**20.7%**(1990年为6.1%)。根据俄罗斯铁路公司的数据,在俄罗斯,“清洁”能源指数约为39%。

欧洲经验表明,如果其他国家/地区和地区能够在环保和碳管制方面效仿欧洲,对这些规范的进一步外推可以加强铁路运输在世界上条件相同的地区的地位。同时,考虑到国际气候法规,这种“多米诺骨牌效应”很有可能发生。

该法规的主要规定是污染源的物质责任原则(“污染者付费”, **polluter pays**)和“使用者付费”(**user pays**)原则。通过该法规,国家(或超国家机构)将使用公共资源的成本计入污染源的成本。因此,生态不再只是声誉或风险因素,而成为公司经济的一部分。但是,最终,这些成本不是由公司本身承担,而是由直接消费者承担,这样不仅可以做出明智的选择,而且在经济上也可以选择环保的运输方式。

最后,在开始直接比较不同的运输方式之前,应该说一下国家为促进铁路运输所做的努力,这将进一步成为在超国家和国家层面采取行动的榜样。在这方面,值得强调的是,2020年通过的**德国铁路货运总规划**(Rail Freight Masterplan)。该战略的目标之一是到2030年将铁路在该国货物运输中的份额从目前的19%提高到25%。全面的计划包括基础设施开发和大规模数字化(德国数字化, Digital Schiene Deutschland)以及铁路电气化。

除了考虑到环保因素的发展计划外,如果有更环保的铁路形式替代方案,则通过禁止短途飞行来支持铁路。在法国,如果采用的替代铁路的方式不到2或2.5个小时,政府将与法航合作宣布关闭**40%**的国内航班。在其他国家,例如德国,瑞典和澳大利亚,正在讨论类似的措施。

因此,环境议程对一般国际货运特别是铁路运输的影响正在增强。同时,环境议程的渗透不平衡:除了取决于运输方式的碳排放量的客观差异外、国际、超国家和国家级碳管制的推广也给这种形势造成了压力。它加快了向低碳发展的过渡,并强化了铁路运输的优势。然而,由于技术和经济特征,这种影响是离散的,这将在下面讨论。

铁路运输的环境效益及其制约因素

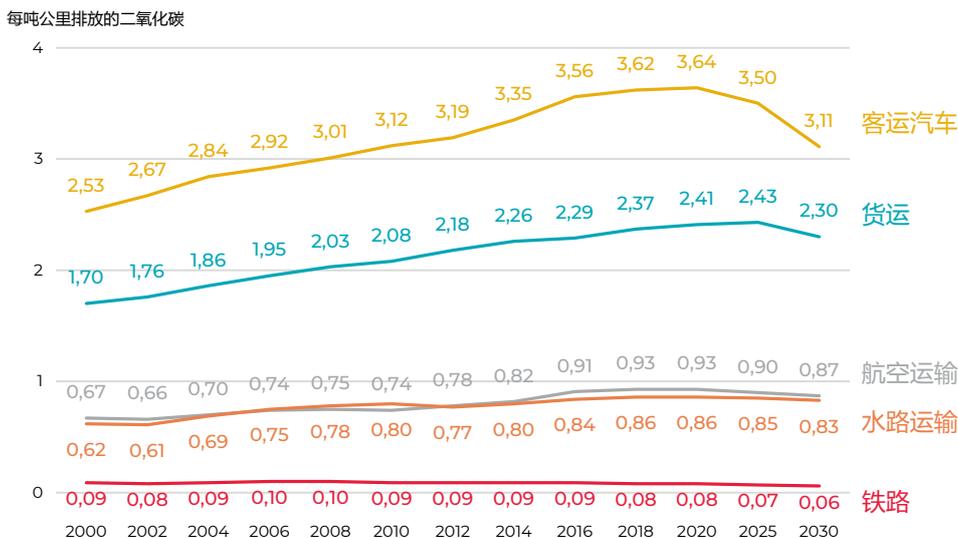
比较铁路运输的优势和制约因素

在国际货物运输结构中,传统上区分了几种主要的运输类型,每种类型都有自己的特征:海上运输(低速、低成本),空中运输(高速、高成本),铁路运输(平均成本、平均速度)。其中还包括汽车运输。尽管每种运输类型都有其自身的优势,但是铁路被认为是最环保的运输方式之一,环境议程的渗透使铁路具有一定的优势。

根据国际能源署的资料,铁路是最节能的运输方式之一,占国际货运量的7%,但所耗费的能源仅占全球运输业所用能源的3%。2019年,铁路用60万桶石油,占全球消耗量的0.6%,约用280太瓦小时的电力,占全球消耗量的1.2%。同时,铁路排放的二氧化碳量仅为全球总量的0.3%。

运输方式的二氧化碳排放量

2020年、2025年和2030年提出了可持续发展的预测



来源

但是,铁路货运的客观优势有其自身的特点。首先,从环境友好的角度来看,能源很重要。大部分货运是内燃机车,即自主柴油机车进行的。之所以使用它们,是因为区域和本地路线上的电气化程度低,电气化成本高以及在轻载路线上支持火车运输。根据机车的特性,柴油机车的直接排放量为每吨公里约25至60克二氧化碳。同时,电力机车的排放量约为每吨公里10至25克二氧化碳。但是,即使这种碳管制非常重要的变动也保留了铁路运输的客观环境效益。

如前所述,使用电牵引时会出现三个问题。首先是能源的性质:发电是用可再生资源还是化石资源。其次考虑铁路基础设施的间接排放。第三是电气化和维护相应的基础设施的成本。显然,由于存在低负载路线的客观情况,完全电气化在经济上是不可行的。

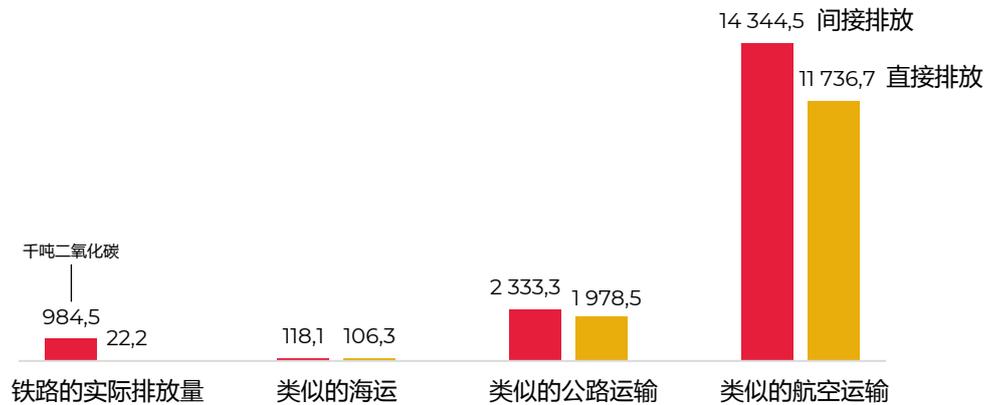
由于与铁路运输的环境效益相关的第二个具体因素存在货物流量恒定的运输通道。与汽车相比,发展铁路基础设施的成本高。而且,由于铁路运输的国际性和大陆性,发展铁路运输常常与政治问题和政治风险相关。铁路运输的最大经济和环境效益体现在成熟的路线上,这些路线负荷重,商品流量可预测性高。

一个突出铁路环境效益的成功经济项目的例子是中欧方向上的欧亚(中国,欧洲,哈萨克斯坦,俄罗斯,白俄罗斯)过境路线。得益于战略性政治协议,长期发展路线以及铁路运输的客观大陆优势该路线沿在该方向运输了过境铁路走廊货物量的90%以上。

顺应环境的发展趋势,在该走廊专用的ERAI门户上启动了二氧化碳计量仪,清楚地说明了铁路运输的环境效益。2020年上半年,铁路货运导致的直接二氧化碳排放量为1.49万吨,比海上运输少了近五倍;比公路少89倍,比航空少528倍。

2019年中欧铁路货运的累计排放量

333,021标准箱



铁路的主要环境“竞争者”是海上运输，占世界货运量的 $\frac{3}{4}$ 。远洋集装箱船的直接排放量为每吨公里15至25克二氧化碳。尽管能源效率很高，但航运业每年仍继续增加温室气体的排放，直到冠状病毒危机爆发为止，2019年达到创纪录的714吨二氧化碳等量，约占人为二氧化碳排放量的2.2%。除了排放二氧化碳外，海上运输的其他负面影响还与马六甲海峡等交通最繁忙地区的浪费和破坏海洋生态系统有关。

为回应低碳议程的推广和加强碳管制，联合国国际海事组织(IMO)在2018年被迫采取减排战略。在该计划范围内所有新船都有强制性的发动机能效要求，从2019年起，将要求所有船舶收集燃料消耗数据以准确估算排放量。此外，自2020年以来，对使用的燃料中的硫含量(最高0.5%)进行了限制，以减少二氧化硫的排放。根据该战略，到2050年，计划将海上运输的排放量与2008年的基准水平相比减少50%。

对于海事部门而言,重大风险与更严格的碳法规相关。如上所述,欧盟已于2018年责成在**欧盟经营**的海事公司汇报其排放量。预计不迟于2022年,航运将被包括在欧洲委员会坚持要求的欧洲碳限量排放交易系统中。专家认为,海上运输的生态转型将遇到困难:根据可持续发展的前景,到2030年二氧化碳排放量应达到**670吨二氧化碳当量**,但是,如果维持当前的动态,这将需要更多的努力,在中期不可避免地需要在许多市场引入“碳价”。

空运是最不环保的运送货物的方式。长途货运班机是最绿色的航空运输方式,其直接排放量为每吨公里**250至900**克二氧化碳。显然,由于可用的技术不允许从根本上减少排放量,因此脱碳议程为航空运输带来了巨大的挑战。

行业绿色转型的潜在方向可能与燃料组件或新的工业飞机设计有关。尽管已经进行了生物燃料(可持续航空燃料,SAF)实验,但喷气燃料替代品缺乏其同类燃料(用作燃料添加剂)的能量释放和比功率特性,并且只是减少而不是不排放二氧化碳。电动飞机试样不断发展,它们向成熟的商业用途迈进的道路还远远没有走完。

彻底更新全部飞机或从根本上引入新样品在经济上是不合理的。航空运输是一个竞争激烈的行业,利润率相对较低:平均利润约为**6-8%**。因此,大多数运营商和制造商无力从根本上更新其机队或产品线。大多数飞机生产线都在通过使用复合材料提高能效来发展,但仅此而已。

在所有的发展前景中,航空运输都可能**无法实现**可持续发展目标。国际工业组织朝着更绿色的工业发展迈进的举措,例如国际民航组织(ICAO)的碳补偿和减少系统(**CORSIA**),都是重要的步骤,而操作上的改进和生物燃料的使用也是如此。客观的技术和经济障碍阻碍了该行业的绿色发展。

严格的碳排放管制,加上行业转型困难,航空旅行处于极大的劣势中。尽管按照“污染者付费”和“使用者付费”原则增加了成本,但航空货运的特殊性使其保留一定的利基。

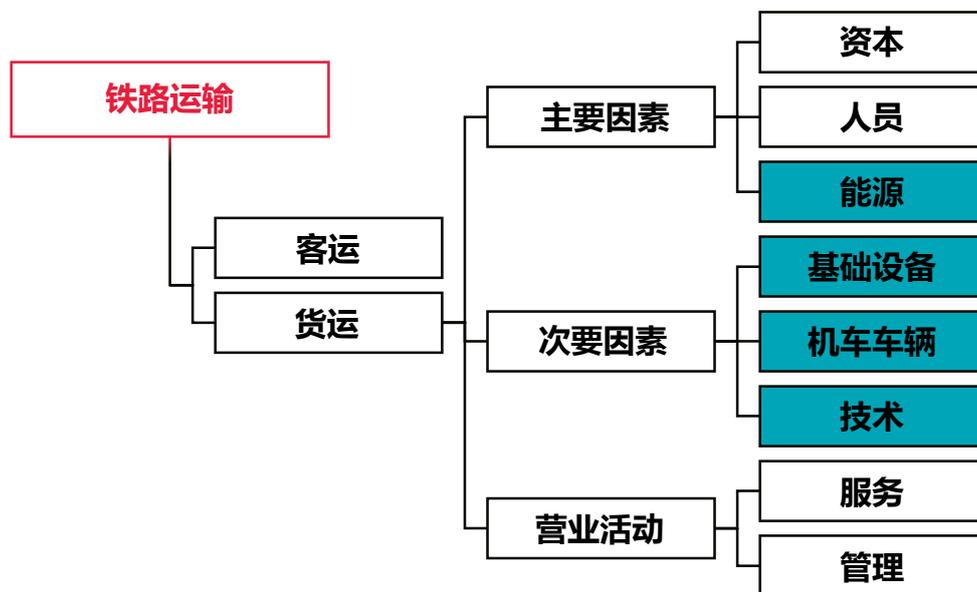
铁路运输可以从此类事件的发展中获得最大的收益,就货物交付速度而言,铁路运输是最接近飞机的。但是,这种可能性取决于互补程度,而互补程度因地区而异。例如,在中欧航线上,由于冠状病毒造成的危机,铁路运输已接管了部分货运。

因此,主要是在碳管制方面,环境议程的渗透正在改变国际货运领域的现有竞争格局。“绿色”趋势为铁路运输带来了竞争优势。但是,这种影响是离散的,并且取决于许多其他因素。例如,取决于其他运输方式在响应环境议程方面取得的成功。铁路的其他机会包括技术创新,这些创新突出了这种运输方式的客观环境效益。

铁路的生态和技术未来

根据《巴黎气候协定》，签署国已就减少温室气体排放承担自愿义务。许多国家和协会加强了碳管制，因此必须转变全球运输业，以转向低碳发展模式。在这种情况下，表明了铁路运输的固有优势，在所有其他条件相同的情况下，它是所有碳排放最低的运输方式。

对铁路发展的关注以及将“污染者付费”和“使用者付费”的原则引入管制机制有助于加快货运从公路和航空运输等碳密集型行业向铁路的过渡。但是，为了获得最大成果，有必要引入影响铁路行业的创新。



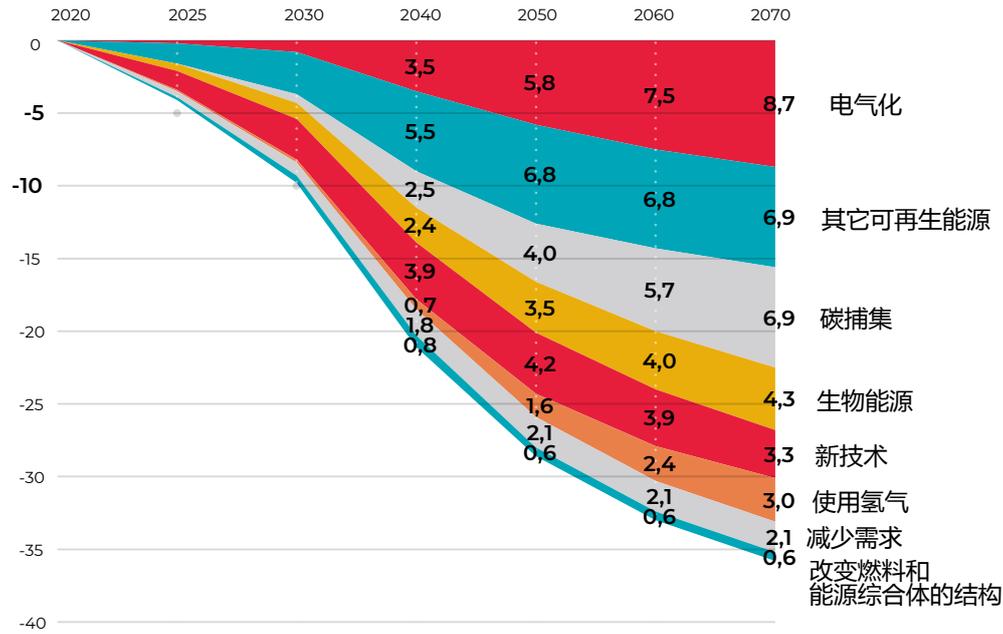
绿色转型将对能源的主要生产要素产生影响。从铁路发展的角度来看，应该通过最繁忙的线路电气化和稳定的货运计划来帮助实现这一目标。德国，整个欧盟，中国和俄罗斯已经在积极走这条路。

环境议程对基础设施，机车车辆和技术等次要生产要素具有重大影响。实际上，正在进行的变化是复杂且相互关联的。新技术旨在提高能源效率，并潜在地促进绿化和获得额外的环境效益。

正如能源部门**计划减少**全球二氧化碳排放量的结构所示，从长期来看，铁路行业不仅会受到电气化的影响，还会受到向新型燃料过渡的影响。迄今为止，液化气和氢气是唯一经过测试的柴油和电力机车替代品。

能源部门计划减少运输方式的二氧化碳排放量

每年每吨公里排放的二氧化碳



来源

首先，运输中使用氢气伴随着获得氢气的成本高。第二个因素是氢气易爆炸，这将需要很长的过程才能根据实际需要改进技术。第三个因素是目前缺乏必要的基础设施。由德国政府在西门子参与下资助的，1200万欧元的德加联合项目**Mireo Plus H**计划在2021年之前制造出可用的氢气驱动器。计划使用具有相同效率的氢发动机，维护成本较低，并且不会排放二氧化碳。

天然气机车已经在俄罗斯（斯维尔德洛夫斯克铁路的TEM19-001）和西班牙**进行了测试**。自1980年代以来，技术本身一直在发展。然而，与氢气一样，液化天然气的使用仍存在争议，需要进一步测试。其中一个问题是缺乏液化天然气基础设施，与柴油相比，液化天然气**成本很高**。

俄罗斯铁路公司正在制造干线燃气涡轮机车 (GT1h-002) 和独联体使用的燃气机车 (TEM19h)。到2020年底,计划投入使用40台干线燃气涡轮机车。测试表明,燃气涡轮机车的生命周期成本比内燃机车的生命周期成本低约30%,并且二氧化碳排放量显著降低。

机车车辆发展的另一个更惯性的方向是普及混合机车,即电力机车。因此,西门子将与DB Cargo签订合同,为其提供100台新的Vectron双模电力机车,未来该机车将占该公司机队的70%。该运营商估计,使用混合动力机车将有助于减少燃料消耗,每年将公司的CO₂排放量减少1.7万吨。

铁路上较长的技术适应周期可能成为利用环境议程优势的障碍。咨询公司Oliver Wyman估算,机车的平均寿命为18.4年,其更新周期可以达到30年。这降低了快速过渡到新开发模型的可能性,并放慢了对新技术的适应。

机车车辆和基础设施的改造将提高环境友好度,减少铁路的间接排放,从而降低“碳价”。为了使提到的转型能够获得最大的经济效益,各国有必要继续实施促进向低碳发展过渡的政策。

最后,数字化将有助于间接减少碳排放。现代数字技术的引入优化了运营并促进了铁路系统内以及与其他运输方式的更好整合。值得单独研究的数字解决方案可以加快铁路运输的脱碳速度,并提高铁路作为一种可靠且可持续的运输方式的吸引力。

19世纪铁路成为工业革命的象征。21世纪铁路与其他类型的运输一样正在发生重大变化。但是它再次处于发展的最前沿。环境议程和脱碳政策为铁路运输提供了值得利用的新优势。