

运输技术结构与发展方向问题分析

王伯鲁

(中国人民大学 哲学系, 北京 100872)

[摘要] 以人类运输活动所采用的主要驱动力为依据, 把运输技术的发展历史划分为四个基本阶段; 概括地指出了载体技术与路港技术是构成运输技术系统的基本单元, 其间的矛盾运动推动着运输技术进步; 阐述了运输技术体系的内部构成与外部联系; 从运输活动的基本矛盾出发, 结合当代科技与社会发展现实, 对现代运输技术的四个发展方向做了概括性描述。

[关键词] 运输; 运输技术; 发展方向

[中图分类号] N03; U11

[文献标识码] A

[文章编号] 1009-1742(2002)10-0079-05

运输业泛指从事货物、信件、旅客运送的产业, 是社会机体的“动脉”。虽然运输业并不创造新的物质产品, 但却在沟通世界各地、各部门, 促进物资交流与人员往来等方面发挥着巨大作用。作为运输业基础与内生变量的运输技术及其进步, 支持和推动着运输业乃至整个国民经济体系的健康发展。从工程技术哲学传统出发, 具体剖析运输技术结构与发展趋势, 对于完整地把握社会产业技术体系结构与内外联系, 促进运输业以至经济与社会持续发展, 具有重要的理论与实践价值。

1 运输技术的形成与发展

运输是社会经济活动的重要环节, 早期的运输活动还兼具传递信息、支撑战争等多重社会功能。从运送距离看, 近可以是生产单位内部劳动对象与生产资料的流转, 远可以是远洋运输乃至星际飞行, 外延十分宽泛。运输业的价值在于向社会提供运输对象的空间位移这一特殊产品, 以便调剂生产资料与消费资料余缺, 满足社会生产与生活的多重需求。作为运输活动的基础和灵魂, 运输技术的发生和发展经历了漫长的历史凝聚过程。追溯运输技术的发展历史, 是把握运输技术现状, 展望运输技术发展趋势的认识论前提。按照运输活动所采用的主要驱动力, 可将运输技术的发展分为四个阶段。

1.1 以人力为动力的阶段

运输活动几乎与人类同时发生, 可以追溯到人

类诞生之初的原始生产与生活方式。采集天然果实, 猎取野生动物是人类最原始的经济形态, 其中必然涉及劳动产品的搬运。早期直立人凭借强健双腿的行走本能, 通过口衔、手拿、头顶、肩扛、背驮、众人抬等躯体活动方式, 实现物品的位移。这种原始运输方式一直持续到新石器时代初期, 几乎涵盖了整个旧石器时代。这一时期的运输技术主要表现为直立人或智人的躯体动作协调技能, 尚未外化出专业性运输工具。

1.2 以自然力为动力的阶段

进入新石器时代以来, 随着社会总体技术水平的提高和劳动分工的发展, 在狩猎活动的基础上, 晚期智人开始驯化动物, 出现了原始畜牧业。牛、马、驴、狗、羊等牲畜开始成为人类使役的对象。在滚木、雪橇、轮子、车、路等运输技术发明的推动下, 畜力开始取代人力, 成为驱动运输工具的主要动力。同时, 先民们还发明了独木舟、船、帆船、滑道等运输工具, 利用水流冲力、风力、天然斜坡的重力等自然力完成运输活动。以自然力为基本动力的运输方式一直持续到产业革命时期, 几乎涵盖了新石器时代、奴隶社会、封建社会这一漫长的历史时期。在封建社会末期, 萌芽状态的运输业开始在交通要道、经济重镇或人口稠密地区出现。整个农业文明时期的运输技术与人类居住的地理环境密切相关, 冰雪地域行驶雪橇, 川源地区流行车马, 沿江、沿海水域盛行舟船, 等等。

1.3 以机械力为动力的阶段

伴随资本主义生产方式的出现, 社会运输量持续增长, 促使运输业迅速成长为独立的社会产业。18世纪中叶兴起的以机械技术为核心的第一次技术革命, 标志着人类社会由农业时代步入工业时代。在蒸汽机改进的基础上, 人们创造出了火车、轮船等大型运输工具, 实现了运输方式的机械化、蒸汽化。此后, 在以电力应用和化工技术为核心的第二次技术革命的推动下, 又进一步实现了运输方式的电气化、石油化, 为火车、轮船、汽车、飞机、火箭等运输工具创造出了稳定而强大的动力。此外, 这一时期还出现了管线运输、高压输电、地下铁路等新型运输技术形态, 成为推动资本主义对外扩张和经济全球化的重要力量^[1]。

1.4 以核能为动力的阶段

20世纪中叶兴起的新技术革命, 产生了一大批高新技术成果。这些成果在运输领域的广泛渗透和应用, 实现了传统运输方式的高新技术化。以计算机为核心的信息技术成果的广泛应用, 实现了运输过程各环节的自动化、智能化; 以核能、太阳能为主体的新能源技术成果的应用, 初步实现了舰艇驱动的核动力化, 以及太阳能动力汽车; 精细化工技术、生态技术的推广, 提高了运输工具的燃料燃烧效率, 降低了有害废气的排放, 等等。新技术革命将运输技术的发展推进到了一个新的阶段, 初步形成了陆、海、空、地下多种运输方式并行与多元运输技术并存的现代化立体交通运输网络体系。

2 运输技术结构

纵观人类运输发展历史, 不难看出运力与运量之间的矛盾运动, 始终是推动运输业发展的基本动力, 是孕育和催生运输新技术的温床。运量是一定时期内需要运送的运输对象的数量与品种, 是社会运输需求的具体表现; 运力是现行运输系统所提供的运输能力。一定的运量客观上要求相应的运力来承担。在社会经济发展的大背景下, 运量呈增长态势, 客观上要求不断扩充运力。事实上, 运输业的发展史就是一部不断扩充运力的历史。运力的扩充主要是通过内涵与外延两条途径实现的。外延式扩充, 就是在现行运输技术基础上, 通过扩大运输系统规模, 实现运力的累积式增长。这是一条短期内扩大运力的有效途径; 内涵式扩充, 就是通过运输技术的不断创新, 实现运力与运输效率的同步提

高。这是一条长远的扩充运力的根本途径。现实的运力扩充实践多是这两种模式的复合运动。

2.1 运输技术的内在矛盾

运输技术创新是扩充运力的重要途径之一。如何按照运输对象的特点, 迅速、高效、安全、舒适地实现运输对象的空间位移, 始终是运输技术发展的核心问题。围绕这一问题, 人们在长期的运输实践中, 逐步发展出了载体技术与路港技术两个相对独立的技术子系统。前者是指由直接承载和运送运输对象的运输工具, 包装器材及其操作规范等要素构成的技术系统, 如车、船、飞机及其驾驶技能等; 后者是指由保障运输工具运行的线路、港站设施及其运行程序、规章制度等要素构成的技术系统, 如铁路、公路、航线、车站、码头等。可见, 直接服务于运输活动的人工创造物都可以纳入运输技术范畴, 其中载体技术形态规范着路港技术系统的建构, 路港技术形态支持着载体技术系统的运转。载体技术与路港技术之间的对立统一, 构成了运输技术系统的内在矛盾, 成为推动运输技术不断进步的动力源泉。

一般而言, 载体技术系统结构致密, 集约度较高, 流动性、适应性以及对路港技术形态的依赖性较强。相反, 路港技术形态结构松散, 集约度较低, 稳定性较强, 对载体技术形态的依赖性较弱。载体技术与路港技术形态之间的矛盾运动主要表现在提高运力过程之中。运力是由载体技术与路港技术的统一形成的, 既取决于载体技术水平, 也取决于路港技术状况。运力其实就是运输系统的功率, 即单位时间内的运载量。在运输速度相对不变的条件下, 增加运载量, 可以提高运力; 在运载量相对不变的情况下, 提高运输速度, 也可以提高运力。相比之下, 后者更为基本。因此, 从这个意义上说, 一部运输史也是不断提高运输速度的历史。

当载体技术系统具备多拉快跑的潜力时, 制约运力扩充的约束技术因素(瓶颈)往往存在于路港技术系统之中^[2]。此时的路港技术系统就成为运输技术创新的核心和建设投资的重点。随着该约束技术环节的解除与路港技术形态的革新, 运力迅速扩充。同样, 当路港技术系统具备支撑多拉快跑的潜力时, 制约运力扩充的约束技术因素往往存在于载体技术系统之中。这一约束技术环节的消除与载体技术创新, 同样也会促使运力的扩充。当然, 面对不断提高运力的社会需求, 在经过上一轮改进的

运输技术系统中,又会出现新的约束技术因素,必须进行新一轮技术创新。如果这一创新活动只是在原有运输技术范式下的局部改进,那么常常可以归入运输技术的二次创新之列;如果该创新活动突破了原有运输技术范式,扬弃了原有载体技术与路港技术的统一体,力图建构新型的载体技术或路港技术形态,则可以纳入运输技术的基础创新范畴。实践表明,二次创新是运输技术进步的经常性行为,基础创新只是运输技术进步的反常性行为。基础创新是运输技术领域的一场革命,往往为新型运输方式的确立奠定基础。如斯蒂芬逊研制的铁路机车开辟了铁路运输时代,莱特兄弟研制的飞机导致了航空运输方式的诞生等。

2.2 运输技术体系的内部构成

运输技术是以运输线路为中心线索,将运载工具、港口、车站、道路设施等技术单元贯穿而成的复杂系统。随着科学技术的发展和社会分工的深化,在运输技术内在矛盾的推动下,逐步分化、发展出了以铁路、公路、海运、空运、管线等运输技术为主干,各运输技术在纵向上分化细密,横向间相互渗透的现代运输技术体系。对其中各种运输技术的构成要素、运行特点等细节,都可以做许多具体分析。例如,铁路运输技术是以铁路运营线路为组织线索,将机车车辆、站、段等技术单元贯穿而成的技术系统。载体技术主要表现为机车车辆技术形态;路港技术主要表现为服务于列车运行的铁路线、供电、供水、信号、通信设施等技术形态。就路港技术而言,它在纵向上又分化出桥梁技术、隧道技术、筑路技术、供电技术、供水技术、通信技术、信号控制技术等技术子系统。其中桥梁技术、隧道技术、筑路技术等与公路运输技术体系中的路港技术形态之间相互渗透;通信、信号控制技术又与海运、空运技术形态之间相互转化,等等。

可能有人感到现代运输技术体系中的载体技术形态比较直观,容易把握,而海运、空运等技术系统中的路港技术形态相对隐晦,不易理解。事实上,空运、海运技术体系中的路港技术形态主要由港站技术和航线技术两部分构成。以机场、港口为核心的港站技术形态,是为飞机、舰船提供停泊、中转、补给、修缮服务的技术综合体。以空运、海运航线为主体的航线技术形态,虽不像修筑铁路、公路那样耗资巨大,对载体技术具有强制约束作用,但航线的开辟也不容易,对载体技术也起着特

定的导引与约束作用。航线是按照空域、海域气象与地理环境特点,在航程最短原则规范下逐步摸索出来的,是长期航空、航海经验的凝结。至于运河开凿、航道疏浚、暗礁清除、航区气象预报等活动,都可视为航线技术的组成部分。航线以导航台、灯塔、航标、气象预报资料等技术形态展示给过往飞机、舰船,引导和支持它们安全地航行。

管线运输技术是值得重视的特殊运输技术形态。它以流体物质自身的流动取代依靠载体位移的传统驮载方式,普遍适用于水、暖气、石油、天然气、电磁能等大批量流体物质的连续性运输,广泛应用于产业内部、市政、能源等领域。在管线运输技术形态中,运输管线既是运输载体,又是运输线路,载体技术与路港技术相互依存,融为一体,实现了二者的一体化。管线承载流体物质,依靠重力或加力泵、变压器等装置提供动力,推动流体物质流动,是载体技术形态的变形。运输管线与附加的中继站、变电站、分支管线、网络等设施,约束和引导流体物质的输送,是路港技术形态的变形。

2.3 运输技术的外部联系

作为具体的产业技术形态,运输技术是处于社会文化环境中的开放系统,与具体科学技术、人文社会科学系统之间存在着纵向构成关系,与其他产业技术系统之间存在着横向相干关系。运输技术处于科学技术向现实生产力转化的最后环节,不断地从基础科学、技术科学和工程科学的发展中汲取“营养”。作为开放性的动态技术系统,运输技术又在横向上依赖相关产业技术的支持和需求,并随时从它们的发展中吸纳新成果。这种错综复杂的综合作用是推动运输技术发展的外部因素,正是通过这种纵横交错的外部联系,运输技术体系才被融入社会科技文化的大环境之中。

第二次技术革命之后,科学研究开始超逐步分化出了基础科学、技术科学和工程科学层次。科学研究向技术领域渗透,出现了技术的科学化趋势,形成了“科学→技术→生产”的研究成果递进转化的主导模式。技术遵循科学理论的指导进行创造,生产按照技术规范合理地进行组织。从纵向联系看,运输技术不断将来自工程科学、技术科学和基础科学的新成果,综合融入自身的发展之中。同时,人文社会科学的思想、观念、方法等成果,也会通过向技术开发者的知识结构、思想观念的渗透等途径,间接地影响运输技术的开发。因此,可以

说运输技术是科技文化纵向发育与历史累积的产物。从横向依存关系看,运输技术又是多项产业技术成就综合集成的结果。运输技术始终处于社会产业技术网络之中,与相关产业技术间存在着相互依存、相互转化的密切联系,技术关联度较大。一般而言,载体技术形态表现为机械制造技术、能源动力技术等产业技术成果的集成,其分支领域与机械制造技术、能源动力技术等产业技术领域相衔接,依赖于这些产业技术开发成果的支持;路港技术形态表现为建筑技术、信息技术等产业技术成就的合成,其分支领域与建筑技术、信息技术等产业技术领域接近,离不开吸纳这些技术领域的新成果。从这个意义上说,运输技术既是人类文明的重要组成部分,也是衡量产业技术发展程度的综合性指标。

按效率从低到高的顺序,可把运输技术划分为原始技术、初级技术、中间技术、先进技术、尖端技术等多个层次,其数量比例结构大致呈中间大、两端小的“橄榄球”形,形成了一个供人们选择的庞大“运输技术集”。随着运输技术体系的不断进步,原有的运输技术形态将沿效率由高到低的顺序渐次蜕变,以至最终被淘汰,而由于尖端运输技术形态的形成,“橄榄球”形的运输技术的数量比例结构相对不变。在运输实践活动中,各效率层次的多类运输技术同时并存,共同参与运输生产。许多原始运输技术之所以长期存在的原因就在于,运输效率并不是由运输技术因素单一决定的,还取决于地域环境、运输量与运输对象的特点等多重因素。正是这些因素综合地影响着运输技术或运输方式的选择。各种运输技术或运输方式都表现出特定的适用范围,超出该范围,高效率的运输方式也会失去它原有的效率优势。

3 现代运输技术的发展方向

在现代运输实践中,运输需求不单纯表现为数量的增加,而且还呈现出多元化的发展态势。满足运输需求是推动运输技术进步的永恒动力。由此衍生出了探求新型运输方式,提高现行运输技术系统效率两个运输技术创新的基本方向。20世纪60年代以来,在新技术革命和社会生态运动等多重因素的共同影响下,出现了具有现时代特征的运输技术发展方向。

3.1 高技术化方向

高新技术向产业领域的转移与渗透,是现代产

业技术发育的时代特征,也是实现传统产业高新技术化的基本途径。围绕提高运力这一主题,在全面吸纳新技术革命成果的基础上,现代运输技术开始向高速化、重载化、信息化方向发展。高速化与重载化是提高运力的历史课题在当代的具体表现。高速与重载不仅仅引发载体技术的革新,而且也引起了路港技术体系的全面变革。高速铁路、高速公路、高超声速飞机的研究开发等都是高速化的体现,重载铁路、载重汽车、万吨巨轮、大型运输机的出现等则是重载化的表现。信息化是广泛应用信息技术成果的产物,它不仅实现了运输工具操纵的自动化,而且也实现了运输系统调度的信息化、智能化,从而减轻了劳动强度,提高了运输系统的交通流量与运行安全。我国铁路信息化体系就是现代运输技术信息化的具体成果。

高新技术成果在运输活动中的广泛应用,促使运输技术不断突破时空条件的束缚。如适应极地环境特点的一系列新型运输工具的开发,突破了南、北两极恶劣气候与冰雪环境对运输活动的限制;适应冻土、高寒、缺氧等环境的新型铁路建筑技术的发展,突破了青藏高原区域环境对铁路建设的限制;桥涵、隧道、提水、防渗水技术的发展,突破了山川险隘对跨流域调水的阻隔;运载火箭、航天飞机、遥感、遥控技术的发展,突破了地球重力乃至太阳系引力对人类太空探险活动的束缚;通信、导航、飞行技术的发展,突破了夜间、阴雨、大风等恶劣气象条件对航空运输的影响;微电子技术、智能器件的开发提供了载体技术系统小型化的可能,日益成为亚宏观领域医疗实践、科学实验、军事侦察的微型运载工具,等等。运输技术的深度开发将使人类运输活动范围在时空中不断拓展。

3.2 生态化方向

肇始于工业化过程的环境污染与生态危机,迫使人们必须调整不适当的生产方式与生活方式,走可持续发展道路。正是在这一时代大背景下,以抑制运输技术负效应为基本特征的技术创新活动,开始成为运输技术的发展方向^[3]。运输技术的生态化呈现出全方位、多层次的整体推进态势,它要求载体技术与路港技术系统的设计、建构与运行的全过程,都要尽量减少对生态系统的消极影响。如载体技术系统应采用清洁燃料,向节能、降耗、无污染、长寿命方向拓展。电力机车、天然气汽车、太阳能汽车等就是载体技术生态化的产物。同时,生

态化还要求路港技术系统的设计留有余地，力求减轻对生态系统的压力，保持与周围生态环境的和谐一致。路港技术系统的建设与运行应尽量选用污染低、耗能少、寿命长的建筑材料与技术设备，减少建筑与运营垃圾、噪声等对运输线路沿线生态环境的破坏。运输技术的生态化推进必将改善粗放的传统运输方式，提高社会的可持续发展能力。

3.3 运营调度技术的独立化方向

与载体技术和路港技术形态相比，运营调度技术的发生较晚，最早萌发于运输工具操纵者的运营理念中，后见于铁路、空运等领域的组织调度活动。运营调度技术是统摄和驾驭载体技术与路港技术系统的高级技术形态，其目的在于通过提高交通流量与安全性、疏导交通、减少运输工具的空载等途径，探寻不同运输对象、载体技术系统与路港技术系统的协调匹配模式和最佳运营程序，提高整个运输系统的运营效率。如铁路、公路联运，城市交通调度智能化，通过坑口电站变煤炭运输为电力输送等都是运营调度技术的具体体现。以计算机与通信技术为核心的信息技术成果，为运营调度技术的独立化提供了新的成长点。随着社会运输系统的多元化、精密化发展，运营调度技术将会从路港技术形态中分立出来，成为继载体技术与路港技术形态之后现代运输技术体系的第三个重要组成部分。

3.4 精密化 多样化方向

社会实践中出现的多样化运输需求，需要通过以综合为特征的载体技术的二次创新才能实现，从而推动着现代载体技术向精密化、多样化方向发

展。如将冷藏、保鲜技术纳入运载技术系统，就形成了冷藏、保鲜载体技术形态；将混凝土搅拌机综合到载重汽车上，就形成了混凝土搅拌载体技术形态；将空中加油机与飞机油箱对接，就产生了空中加油技术，提高了飞机的续航能力；将通信技术综合到输电线路路上，就形成了以高压输电线载波的电力行业独特的通信网络，等等。运输技术的精密化、多样化还表现在路港技术形态的发展中。社会生活的快节奏、复杂化对路港技术体系的设计、构筑要求愈来愈高，应当提供便捷的交通通道，减少线路施工、运输生产对社会正常生活的冲击。城市道路、桥梁、地铁、下水道等设施的不中断交通施工工艺，隔音设施、立交桥、高架桥、地下停车场等设施都是路港技术系统集约化、多元化的产物。随着运输技术纵向吸纳与横向集成进程的推进，运输技术系统必将愈来愈精密，功能愈来愈多样化。

总之，本文在工程技术哲学视野中，追溯了运输技术的历史发生，剖析了运输技术的内在矛盾、体系结构与外部联系，概貌性地描绘了现代运输技术的发展方向。

参考文献

- [1] 王伯鲁. 经济全球化的技术基础剖析[J]. 世界科技研究与发展, 2001, (1): 48
- [2] 王伯鲁. 约束技术与企业技术进步方向[J]. 科研管理, 1997, (3): 37
- [3] 王伯鲁. 现代产业技术进步方向初探[J]. 自然辩证法研究, 1999, (10): 38

An Analysis on the Structure of Transport Technology and Its Future Development

Wang Bolu

(Department of Philosophy, Renmin University of China, Beijing 100872, China)

[Abstract] According to different driving powers of transport tools, this article divides the history of transport technology into four basic phases and generally points out that the carrier technology and the road-harbor technology are the basic cells of the system of transport technology, and the contradiction between them is the main reason for the progress of transport technology. Then the article analyzes the internal structure and external relations of a transport technology system. Finally, based on the analysis on contradictions in transport, the reality of contemporary science & technology and social development, this article prospects the four developing directions of contemporary transport technology.

[Key words] transport; transport technology; development direction