

交通技术标准在国际性竞争中的网络效应分析

——以铁路轨距标准的竞争博弈为例

芮珩硕¹, 樊建强²

- 长安大学 中国—中亚五国交通基础设施建设领域人才培养联盟秘书处办公室, 陕西 西安 710064;
- 长安大学 经济与管理学院, 陕西 西安 710064)

摘要:为了揭示交通技术标准国际性竞争中应采取的竞争策略,依托泛亚铁路东南亚段(中南半岛)国家间铁路轨距标准的历时性竞争博弈案例,借助产业组织理论分析交通技术标准的网络效应以及基于此的若干属性和竞争策略。研究认为,以铁路轨距标准为典型的交通技术标准具有直接网络效应和间接网络效应;在交通技术标准的竞争博弈中,存在与某种技术标准相关的“关键数量”,一旦该种版本技术标准的用户数量超出“关键数量”,就会出现交通产业发展的路径依赖,使其被锁定在这一交通技术标准上;实现某种版本技术标准的“关键数量”一般由小历史事件所致,但在交通技术标准竞争较为激烈的市场结构中,小历史事件通常由博弈策略所致。研究表明,欲使某种交通技术标准在国际竞争中胜出,就必须在历时性竞争博弈中利用一切机会与条件创造小历史事件,确保该交通技术标准的用户数量达到“关键数量”。

关键词:交通技术标准;网络效应;轨距标准;“关键数量”;竞争战略

中图分类号:F53

文献标志码:A

文章编号:1671-6248(2025)05-0101-12

收稿日期:2025-07-21

基金项目:西安市社会科学规划基金项目(25JX225)

作者简介:芮珩硕(1993-),男,江苏宜兴人,助理研究员。

通讯作者:樊建强(1974-),男,陕西宝鸡人,教授,博士研究生导师,工学博士。

Analysis of network effects in the international competition of transportation technology standards

——study of the competitive game in railway gauge standards

RUI Hengshuo¹, FAN Jianqiang²

(1. Secretariat Office of China-Central Asian Talent Training Alliance in the Field of Transportation, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China; 2. School of Economics and Management, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: In order to reveal the competitive strategies that should be adopted in the international competition of transportation technology standards, this study relies on a diachronic competitive game case of railway gauge standards among countries along the Southeast Asian section of the Trans-Asian Railway (Indochina Peninsula). Using industrial organization theory, the network effects of transportation technology standards and several related attributes and competitive strategies are analyzed. The findings reveal that transportation technology standards, typified by railway gauge standards, exhibit both direct and indirect network effects. In the competitive game of transportation technology standards, there exists a “critical mass” associated with a particular technical standard. Once the number of users of that technical standard version exceeds the “critical mass”, path dependence in the development of the transportation industry emerges, locking it into that specific transportation technology standard. The achievement of the “critical mass” for a particular technical standard version is generally triggered by small historical events. However, in market structures where competition among transportation technology standards is intense, such small historical events are often the result of game strategies. The study indicates that to ensure the success of a transportation technology standard in international competition, it is essential to utilize every opportunity and condition in the diachronic competitive game to create small historical events, thereby ensuring that the number of users of that transportation technology standard reaches the “critical mass”.

Key words: transportation technology standard; network effect; gauge standard; “critical mass”; competitive strategy

交通运输大通道,也称交通运输走廊,如中亚的跨里海国际运输路线就被称为

“中间走廊”。“国际南北运输走廊”是指通过铁路和海运把印度、伊朗、俄罗斯、阿塞拜

疆等国连接起来的运输大通道^[1]。无论是民用的旅客运输与货物运输,还是在军用的运输领域,铁路运输都是交通运输大通道或交通运输走廊的骨干,占据着重要的地位^[2-4]。因此,在铁路交通技术标准的国际竞争中,竞争参与国确保其在竞争占优具有重要性。

铁路轨距虽然只是两股钢轨之间的距离(钢轨头部踏面下 16 mm 范围内两股钢轨工作边之间的最小距离),但这种交通技术标准集中反映了相关的一整套铁路交通技术标准,并制约着基于这种轨距运行的相关设备及设施的交通技术标准。轨距不同意味着列车运行的设计时速标准不同、轨道转弯时曲率半径的设计标准不同、机车与车辆的转向架设计标准不同、道岔的设计标准不同,甚至设计时速不同也意味着信号传输与自动控制系统选择空间存在差异等。而所有这些标准的不同,也造成了铁路交通的建设与运营成本的不同。例如,俄罗斯运行于莫斯科—圣彼得堡旗舰线路上的高速列车 VearoRUS 是由西门子公司设计的,在设计中除适应恶劣的冬季环境而改变材料设计标准、列车地板结构和受电弓的标准等外,还因轨距为 1 520 mm 而改变了转向架设计标准^[5];有研究在分析适应高寒、宽轨距等特定条件后,提出了一种满足莫斯科至喀山高速铁路时速 400 km 宽轨高速道岔设计标准^[6];也有研究分析了“时速 120 km/h 宽轨铁路最小曲线半径”^[7],即轨距、速度与轨道转弯的最小曲线半径之间是相互耦合、彼此约束的。

一、概念与研究现状分析

交通技术标准的国际竞争,即若干国家的交通技术标准在国际上特定区域展开相互竞争,使自己国家的标准成为该区域国家的交通技术标准。譬如,在中亚地区,交通技术标准深受俄罗斯标准的影响,其铁路轨距不同于中国^[8-9],并展开了轨距之间的相互竞争^[10]。但在中亚各国,尤其在乌克兰危机后,地区性强国、欧盟、美国等都在该地区强化其交通的影响^[11-12],展开了交通技术标准的竞争性博弈^[8-10,12]。在泛亚铁路东线的铁路建设与发展中,除中国外还有日本、法国等国家参与竞争^[13-14]。在高铁技术标准上,存在日本新干线技术标准与中国高铁技术标准的竞争;在轨距上有米轨技术标准与标轨技术标准的竞争性博弈^[15]。这种交通技术标准竞争的参与者可以是域内国家,也可以是域外国家,其本质都是使自己国家的交通技术标准通过竞争而成为该地区的交通技术标准。

交通技术标准的国际性竞争以铁路交通的轨距标准最为著名、最为典型。有研究指出,轨距可以从事实性、技术性、运输性、标准化(与经济性)等视角进行研究,而该作者则是从地缘政治视角研究了世界铁路轨距问题,并将世界上各种轨距归为俄轨、印轨、标轨(也称准轨)和米轨四大类,相应地有俄轨区、印轨区、标轨区和米轨区^[10]。世界性大国或地区性强国往往将轨距与国家的重大战略相关联,提出相应层面的“轨距战略”。标

轨为欧盟所倡导,中国则是东亚的标轨铁路“孤岛”^[10],西面(中亚地区)与北面面临俄轨的竞争,南面面临印轨的竞争及东南亚地区米轨的竞争。

有关铁路轨距的研究,主要存在两个不同的视角:一是轨距技术标准本身的研究视角,二是铁路轨距技术标准的地缘政治研究视角。

就铁路轨距技术标准本身而言,相关研究又可分为两个不同的方面:某种特定铁路轨距技术标准相关内容的研究、两种或多种铁路轨距技术标准之间关系的研究。前者典型的研究有重载铁路无砟轨道的轨距保持能力研究^[16],不同轨距(1 435 mm和1 520 mm)下脱轨系数、轮重减载率、直线临界速度、直线横向运行稳定性和曲线通过能力的分析^[17],窄轨距(1 067 mm)下货运铁路最小曲线半径的分析与计算等^[18]。这些铁路轨距标准的纯技术研究,其基本动机是深入认识不同轨距下的各种技术参数,以便更有效利用各种技术提升运输效率和运输的安全性。

后者即两种或多种不同轨距之间的关系,主要研究聚焦于变轨距技术的探索。所谓变轨距技术,也就是使两种不同轨距技术标准实现相互转换。显然,这里所谓“两种轨距技术标准转换”并不是指一种轨距(如1 435 mm准轨)通过某种方式变为另一种轨距(如1 520 mm俄轨),这在现实中也是不可能的;而是指货物或旅客以某种方式在两种不同轨距技术标准的铁路上实现空间位置的移动。利用铁路实现这种位移方式,理论上可设想的方式多达4种:更换车底、更换转

向架和轮对、采用第三线和采用变轨距列车^[19]。这4种方式在现实中的具体运作过程则是大相径庭。

以更换车底方式实现转换的案例除中蒙边境的二连浩特站外^[19],还有老挝万象南换装场和中哈边境口岸站等^[20-21]。前者是中老铁路准轨与老泰既有米轨铁路之间的换装作业站,后者则是准轨与俄轨(宽轨)之间的换装作业场所。更换转向架和轮对的案例有二连浩特口岸站。2000年后,俄罗斯运往中国的粘油罐车不再像以前那样将油抽出至储备点,再注入至中国粘油罐车内运往中国内地,而是直接给粘油罐车更换转向架和轮对,运往中国内地^[22]。采用第三线方式转换的案例如2016年修建的中蒙策克口岸的跨境铁路、越南的河内—同登(163 km)、河内—太原(75 km)等^[18,23]。这些不同方式的铁路运输中轨距转换的技术研究,它们相互竞争以便在技术先进性和经济合理性等方面优于其竞争对手,提高运输的效率与运输安全性。

从地缘政治的视角看,由于铁路是建构陆权的基础^[24-25],因此铁路轨距技术标准的竞争本质上是陆权与海权竞争中陆权回归的支配权竞争。由此,铁路轨距及其相互竞争的研究便进入了地缘政治研究视角。轨距的地缘政治属性为:轨距统一是国家统一的标志、安全防御的屏障、区域整合的手段,轨距改变反映对外关系的亲疏^[26]。总之,轨距的差异决定了铁路网的断裂与地缘系统,并塑造了地缘格局^[27]。基于这种地缘政治属性及由此决定的地缘格局,许多国家或地区提出相应的国家层面或区域层面的轨距战略,如“俄罗斯的俄轨战略”“欧盟的准轨战略”

等^[26]。从轨距战略、地缘格局出发,就能较好理解“轨距的地缘政治属性在中吉乌铁路的轨距之争上体现得淋漓尽致”^[10]。因为吉、乌两国都属苏联的加盟共和国,独立后他们“依然沿用原有的苏式轨距的铁路建设标准”,轨距也就“成为俄罗斯对周边地区施加影响的重要手段和工具”^[26]。

除上述铁路轨距的两个主要研究维度外,个别学者还从制度经济学的视角对轨距技术标准进行探索,并认为标准在本质上就是一种制度。铁路轨距技术标准的统一可以节约交易成本、节约转换成本、节约时间成本,从而提高效率。反之,轨距技术标准的不统一则会由于交易成本、转换成本、时间成本而大大影响运输效率^[28]。

以铁路轨距为典型代表的交通技术标准的纯技术研究,其主旨是追求技术的先进性、乘坐的安全性与舒适性以及经济上的合理性,以便在交通技术标准的国际竞争中突显竞争优势。尽管纯技术观点有其可取之处,但地缘政治视角的研究表明,任何轨距技术标准都会因地缘政治的阻力而受到空间范围的限制。即使没有地缘政治的影响,也可能由于产业技术的网络效应,不会使先进的技术一定能够锁定某个产业^[29]。但无论如何,纯技术的研究可为国家间、地区间的交通合作提供可选择的潜在空间。

在地缘政治的视角下,铁路轨距技术标准则是从属于地缘政治的工具或抓手,其研究虽然能够解释类似中吉乌铁路迟迟未能修建的过程和近年来得到启动的原因,但其无法解释在地缘政治关系不甚融洽的地缘系统之间仍有修筑轨距一致的铁路系统的

现象。例如,越南虽然有其地缘政治的顾虑,但越南计划中的南北高铁计划采用1 435 mm标准轨距,与泛亚铁路东段其他国家保持一致。

从地缘政治的视角看,制度经济学视角下的轨距技术标准的研究结果,充其量也只能在同一轨距空间(如“1 435空间”或“1 520空间”等)内发挥作用,而在不同轨距空间之间的地缘政治竞争中,其作用微乎其微。

这些不同视角的研究,除上述所论不足之外,还有一些共同的缺陷:这些研究都缺乏模型化分析、各种研究的关联度不大、没有触及交通技术标准的网络效应特性等。

本研究拟从探索轨距技术标准所具有的网络外部性入手,采取介于微观与宏观之间的中观层面(既不像纯技术研究视角那样微观,也不像地缘政治研究视角那样宏观),运用产业组织理论建立交通技术标准网络效应的分析模型,以期将交通技术标准的研究引向深入。

二、交通技术标准的直接网络效应分析

任何产业或行业的技术标准竞争,都是该产业或行业竞争的高级形态。它与该产业或行业内的品牌竞争(竞争的中级形态)、产品竞争(竞争的初级形态)的根本不同在于,其涉及整个产业或行业话语权的竞争,产业或行业技术标准的竞争结果直接影响到该产业或行业内企业间的利益分配。

(一) 中南半岛国家铁路轨距技术标准竞争的历时性博弈

有些产品,它们的价值是随着使用这种产品的用户规模扩大而增加的。例如 19 世纪 80 年代消费者对电话的价值评价并不高,原因在于那时拥有电话的消费者极少,即通过电话与他人沟通的使用价值极小。在产业组织理论中,将产品价值随着消费这种产品或服务的消费者数量的增加而增加的产品称为具有直接网络效应的产品^[29-30]。

交通技术标准,即一种国家层面上作为标准的交通技术,是任何一项交通工程项目的设计、建设以至运营过程中的维护与维修等都必须遵循的技术标准。当依据一定的交通技术标准生产的各种交通产品(基础设施、运载工具及其他交通设备)投入运行时,本质上都是在运用这种国家层面上的交通产业技术。

然而,世界许多地区的交通技术标准往往是通过相关国家的交通技术标准的相互竞争过程而逐步确立的。这一竞争过程极其复杂,往往超出了经济范畴本身的界限,牵涉到各地区原有的交通技术标准所导致的路径依赖性、各种经济的承受能力、民众认同度等相关的社会因素,甚至还有国际地缘政治的影响因素等。

在影响参与特定地区交通技术标准竞争的各种因素中,交通技术标准本身所具有的网络效应是一个极其重要的影响因素。当一国政府选用某种轨距标准时,本质上是该国政府作为代理人代表其国内所有客运与货运的需求者选用相应轨距的铁路。据此,当一国政府在两种相互竞争的轨距标准之间选择

使用其中之一时,就相当于一群用户(即该国的全部客货运输需求者)选择使用该种轨距的铁路。随着该种轨距铁路用户的增加,每位使用者会获得更多的利益,即对这种轨距铁路的价值评价提高了。这是因为,随着该种轨距铁路客货运输用户的增加,每位旅客可以更多且更方便地探亲访友、旅行旅游;每个货主或企业可以更方便地和使用该轨距铁路的更多其他货主或企业进行商务活动而获益。这就是该轨距铁路的网络效应。

通过分析东南亚地区交通技术标准竞争中最为显著的轨道交通的轨距标准竞争博弈过程,就能充分理解交通技术标准的直接网络效应及由此导致的交通技术标准竞争性博弈所呈现的各种特点。

东南亚地区的轨道交通是连接亚欧大陆的泛亚铁路的东段。在泛亚铁路这一端的构想中,更受重视的是东线(中越高铁)和西线(中缅铁路)。西线中缅铁路的建设,因缅甸国内动荡、民族冲突、复杂的地质条件及经济实力和信用风险等因素,迟迟未能付诸实施。东线即中越高铁,越南起初在中国高铁技术和日本新干线技术之间选择了日本新干线技术标准。这虽与日本当时提供颇具诱惑的工程报价和国家间复杂的政治因素有关,但不可否认的是,这种决策还与日本的窄轨(日本传统铁路轨距为 1 067 mm)技术产生了关系。越南高铁的轨距标准,在历时 20 多年两种轨距标准的竞争性博弈中,曾从 1 435 mm 改至 1 067 mm,又从 1 067 mm 改为 1 435 mm。

包括越南在内的许多东南亚国家铁路,都是在其独立前修建的,采用的都是米轨

(1 000 mm)技术。因此,仅从经济的视角考虑,在改造升级、新建高铁等决策中,越南一度决定采用米轨标准有其合理性。但在时隔20多年后,由于各种原因,越南南北高铁项目建设一直未能付诸实施,并在2024年底重启这一项目建设时,决定采用中国高铁技术(双线、标准轨距、时速350 km)。

越南在高铁轨距标准的历时性博弈中,呈现决策上的重大摇摆,与当时技术标准博弈的国际政治经济与技术工程环境息息相关,也与越南国内对高铁建设的认知分裂(北方的计划派迷信日本新干线模式,而南方的市场派则推崇中国的基建+产业的组合模式)有关。越南在将高铁的轨距从标轨改至窄轨时,一是受到日本的影响,二是中老铁路还未建成通车显现出示范效应。但在中泰高铁始终坚持采用标准轨距并在高铁一期工程初见成效,且在2021年中老铁路(采用标准轨距)建成通车之际,泛亚铁路东南亚段的整个轨距竞争博弈的态势已经呈现出标准轨距占优的一边倒的预期,越南高铁也因此改用标准轨距。

(二) 交通技术标准的网络效应博弈模型

上述案例突出的特点是:轨距标准的竞争性博弈随着某些事态的改变而诱发了博弈参与者(作为各国客货运输用户代理的各国政府)的一致预期,从而使用户采用某种轨距标准产生了一边倒的压倒性预期。基于这样的分析,现建立轨距标准历时性竞争博弈的网络效应模型。

第一,从两种交通技术标准的供给与需求看,中国提供了标准轨距(1 435 mm)的

技术(以 s 表示),日本则提供米轨(实为1 067 mm轨距,本文约称米轨)技术(以 m 表示)。这两个不同版本的交通技术是不相互兼容的,并在泛亚铁路东南亚段展开竞争性博弈。这两个竞争性交通技术的用户由中南半岛上各个国家构成。本质上,这些国家政府是其国内对运输有需求的旅客和货主在选择轨距方面的决策代理人。也就是说,两个竞争版本的交通技术标准的最终用户,是由中南半岛上拥有各种运输需求的众多用户构成。

第二,如果作为消费者代理的某国政府预期其他国家的消费者都会使用 j 版本轨距的技术($j = s, m$),则 j 版本对于他们的价值就会显著提升。这是由于本国消费者在中南半岛内部或外部旅行(个人消费者)或进行货物运输(企业),本国采取 j 版本技术的铁路,运输成本就会大大降低。因为,就一国整体而言,这种选择避免了不同轨距导致的换装或换乘成本,而这种换装或换乘成本是随着使用 j 版本轨距的其他国家用户的增加而递减的。这就是说,随着某种特定轨距版本的预期使用者数量的增加,这种轨距的技术对消费者的价值就会增加,而这恰恰就是技术标准的网络效应。

实际上,中南半岛上作为消费者代理人的各国政府的相互博弈,存在多个不同需求水平的均衡。譬如,在某个特定历史时段,绝大部分用户预期其他国家的用户选用米轨距技术(即 $j = m$),则米轨技术的用户将趋于不断增长到大规模的均衡点。反之,在某个特定的历史时段,绝大多数用户预期其他用户会选择标轨技术(即 $j = s$),则大规模选择标

准轨距铁路将成为需求的均衡点。除这两个可能的均衡点外,各种动态而复杂的影响因素(地缘政治的、地理上的、地质上的、文化认同的、技术进步的,甚至还可能有某种历史偶然事件的因素等)甚至导致用户之间及交通技术标准提供者之间产生微妙博弈的其他均衡点。

若 v 表示预期价值, i 表示用户代理人(某国政府), j 表示技术版本, n 表示用户数量, 则 $v_i^j(n_j)$ 即中南半岛上 i 国用户的代理人(某国政府)对使用 j 版本轨距的预期价值, 显然它是随着 j 版本轨距的用户数量 n_j (由所有使用版本轨距铁路的各国用户数量加总构成)的增加而呈单调递增的函数, 这是由轨距标准的网络效应决定的。严格地说, 对于不同的 i (i 可取 1(越南)、2(老挝)、3(泰国)等中南半岛上某国家), $v_i^j(n_j)$ 的值也是不同的。因为不同国家的经济发展水平和人口规模(由它们决定本国货物和旅客出入境的规模与频率)都不相同, 因此即使使用 j 版本轨距的人数 n_j 确定, 不同国家对 j 版本轨距铁路的价值评价也是不相同的。

此外, i 国用户的代理人(i 国政府)对使用 j 版本轨距的铁路还有其除 $v_i^j(n_j)$ 外的独特的偏好, 以效用函数 v_i^j 表示。它与使用 j 版本轨距的用户数量 n_j 无关, 是由用户规模外的其他因素决定的, 可称为单独效用。如老挝决定使用中国提供的标轨技术($j = s$)与其希望加强与中国经贸联系等动机有关; 越南在决定使用日本提供的米轨技术($j = m$)时, 除考虑米轨铁路的用户数量外, 还有其如地缘政治的动机, 即担心使用标轨技术($j = s$)会更多地受制于中国。中

国“陆上邻国如俄罗斯、蒙古国、吉尔吉斯斯坦等对准轨怀有戒心, 而老挝、泰国等欢迎准轨, 从侧面反映了中国与相关国家关系的亲疏远近。”^[10] 此处“怀有戒心”和“欢迎准轨”都是与使用相应轨距铁路的人数 n 无关的单独价值评价, 即每个国家的单独效用。

基于以上分析, 可将中南半岛上各个国家(以越南和老挝为例)选用某种特定版本轨距的交通技术标准历时性竞争博弈过程概括为如下模型(图 1)。

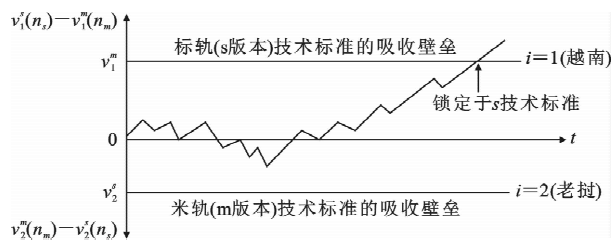


图 1 交通技术标准历时性竞争博弈的网络效应模型

模型表明, 作为用户代理的各国政府, 就采用何种交通技术(轨距技术)版本, 在时间(横轴 t)进程中相互博弈作出决策; 模型中给出了博弈参与者越南和老挝, 它们分别代表了米轨技术标准偏好的用户和标轨技术标准偏好的用户代理人。其他用户的代理人的博弈情况类似。模型表明, 在不考虑两种轨距标准的用户规模下, 越南偏好米轨技术标准, 且其偏好以单独效用值 v_1^m 表示。在考虑两种相互竞争的交通技术标准(轨距标准)的预期用户规模下, 只有当 $v_1^s(n_s) > v_1^m + v_1^m(n_m)$, 即 $v_1^s(n_s) - v_1^m(n_m) > v_1^m$ 时, 越南政府才会采用标准轨距的铁路。其中, $v_1^s(n_s)$ 表示一定数量(n_s)的预期用户采用标轨时越南采用标轨铁路的效用, $v_1^m(n_m)$ 则表示一定数

量(n_m)的预期用户采用米轨时越南采用米轨铁路的效用。因此,上述模型表明,只有标轨交通技术标准的预期使用者规模达到某个特定的关键数量(与 v_1^m 对应的消费者数量)时,标轨技术标准才能真正成为越南采用的交通技术标准。对于模型中偏好标轨技术标准的用户的代理人老挝政府而言,其采用米轨交通技术标准的关键数量为 v_2^s 对应的消费者数量。需要指出的是,模型中两种不同轨距交通技术偏好用户的关键数量原则上是不一定相等的。模型中, v_1^m 和 v_2^s 分别为偏好标轨铁路技术标准和偏好米轨铁路技术标准的吸收壁垒,一旦突破了吸收壁垒,产业将锁定为其中一种轨距的交通技术标准。

一旦某种特定的交通技术标准使用者规模超过关键数量,用户对其预期价值就超过吸收壁垒(不被吸收),该种交通技术标准就在某区域(如泛亚铁路东南亚段)锁定于交通产业,使该地区接下来的交通发展沿着更大规模采用该种交通技术标准的方向不断发展,产生“滚雪球”般的自我加强过程。这种预期某交通技术标准的用户数,超过关键数量而使大规模采用这种技术标准成为不可逆转的现象,就是具有网络效应的交通技术标准发展的路径依赖性。

三、交通技术标准的 间接网络效应

前文是以泛亚铁路东南亚段各国铁路轨距标准前后20多年的演进为例,说明了经济视角下的动力机制。但它只是经济网络性

(非物理网络性)的直接网络效应分析,除此之外还有间接网络效应。所谓间接网络效应是指随着某种产品用户数量的增加而使得用户由于基于该种产品平台开发出来的其他产品数量增加所带来的用户价值不断提升的现象^[29-31]。例如,使用某种操作系统(如windows操作系统)的用户会随该操作系统用户数量的增加,而从更多基于该操作系统开发出的应用软件中获得更多的价值。

就交通技术标准而言,仍以运输大通道上主要的基础设施,即标准轨距的铁路为例。随着标准轨距(1 435 mm)铁路的用户数量不断增加,基于这种标轨铁路开发出更多、更先进的产品(譬如基于标轨铁路的机车、车辆、信号传输和控制系统等)就成为必然。这在本质上就是,随着标轨铁路使用者数量的增加,标轨铁路使用者能够从更多、更先进的与标轨铁路配套产品中获得更多的利益或价值。当然,就间接网络效应而言,关注的焦点不仅仅在于更多的机车、车辆等载运工具及附属设备所致的相应产业规模扩张,并由于学习经济、规模经济而使得进一步的产业成本效率提升,从而使使用标轨铁路的用户获得更大的利益。此处间接网络效应更多强调的是:由于使用标轨铁路的用户数量增加,人们预期基于这一交通技术标准会有更多配套的创新性新产品涌现,包括新型的机车、车辆及其附属设施与设备等。这种预期的现实性在高速铁路发展迅猛、技术创新不断涌现的当今时代是显而易见的。例如,16辆长编组复兴号动车组CR400(运营时速350 km)在2018年投入运营,时隔6年CR450(运营

时速 400 km)即将投入正式运营。与此同时,中国高铁运营里程从 2.9 万公里增至 4.8 万公里。如果没有运营里程的快速增长、运输市场的扩张(本质是标轨高铁用户的增长),很难设想有更快、更先进的机车开发出来。

交通标准的间接网络效应在中国国内是如此,在国际某种轨距区域(如俄轨区、印轨区、标轨区或米轨区)也是如此。

四、实现“关键数量”的交通技术标准竞争战略分析

由上文分析可知,在交通技术标准历时性竞争博弈中,使消费者效用大到足以超过特定技术标准的“吸收壁垒”,即用户数量超过使该种技术标准占优的“关键数量”,从而使其成为地区性技术标准的战略过程,是该特定技术标准成功的关键。

从泛亚铁路东南亚段的历时性竞争博弈看,标准轨距技术最后占优成为本地区的交通技术标准,主要与老挝采用该种技术标准有着极为重要的关系。老挝对标准轨距技术的采用在很大程度上改变了中南半岛作为广大用户代理人的各国政府的博弈预期,因为老挝在采用该交通标准建成中老铁路后,意味着大量用户(中国企业与民众)使用中南半岛上的这条铁路,其中所蕴含的商机及经济利益随着中国经济的发展越发增大。

老挝采用标轨技术似乎是个小历史事件,但分析这个小历史事件会发现其必然性。中老铁路(中国昆明—老挝万象)总长 1 035

km,其中昆明至玉溪段长 106 km,已于 2016 年 12 月建成通车。新建玉溪至磨憨段长 507 km,新建磨丁至万象段长 422 km。中老铁路的开通使老挝人均铁路保有里程从全球 149 个拥有铁路国家中的最后一名跃升至第 28 名,并一跃成为东盟各国首位。对比国内仅有的从泰国延伸进老挝的 3.5 km(即使考虑 2013—2015 年再次延伸的 2.5 km 也只有 6 km)米轨铁路,标轨铁路技术的用户增量及由此带来的价值增量是极其巨大。从南向北看,中老铁路从万象通达昆明,并由昆明连接着整个中国的铁路网络用户。老挝采用标轨技术这样一个带有必然性的小历史事件,却撬动了之后中南半岛各国历时性博弈的预期,使铁路交通技术标准最终采用标轨技术成为博弈的均衡点。

五、研究结论

借助泛亚铁路东南亚段,即中南半岛上各国有关铁路轨距技术标准的历时性竞争博弈(历时 20 多年的博弈)案例,分析了作为国际性交通大通道骨干的铁路轨距技术标准的网络效应。这种研究不仅在理论上提出轨距技术标准的网络效应分析模型,而且在实践上可以利用此模型分析特定地区的铁路轨距国际性竞争战略,从而指导竞争参与国的竞争战略制定,助力竞争参与国铁路轨距的地区性国际竞争。通过探索分析,本研究得到以下结论:

第一,各国政府作为其国内广泛客运、货运用户的代理人,在就轨距技术标准进行决

策的战略博弈中,都视这一交通技术标准采用的客户数量为利益考虑的重要方面而进行有效决策。这就是说,以轨距标准为代表的交通技术标准具有网络效应。实际上,这种网络效应分为直接网络效应与间接网络效应,而且以轨距标准为代表的交通技术标准也具有间接网络效应。

第二,任何一国政府在参与轨距技术标准的竞争博弈中,都有其各自单独的技术标准偏好,以效用 v_i^j 测度(单独效用),它是 i 国政府对轨距技术标准 j 的偏好测度,与技术标准 j 的用户数量无关。单独效用在数量上恰好是其竞争对于采用其偏好的交通技术标准的吸收壁垒。

第三,博弈中,偏好米轨技术标准的国家 i ,预期使用标轨、米轨技术标准的客户数分别为 n_s, n_m ,则只有当 $v_i^s(n_s) > v_i^m + v_i^m(n_m)$,即 $v_i^s(n_s) - v_i^m(n_m) > v_i^m$ 时,国家 i 才会选择使用标轨技术标准,并使标轨技术标准成为博弈均衡的技术标准而被产业锁定。

第四,使某种交通技术标准在竞争博弈中被锁定于该交通产业的最小用户数量,被称为“关键数量”。使用户数量达到“关键数量”的事件,很可能是某种小历史事件。这种小历史事件可能是偶然事件,但在寡头垄断的市场结构(如本研究中只有两种技术标准相互竞争,这相当于双寡头垄断的市场结构)中,它通常是一种具有必然性的小历史事件,即它是某种竞争战略的结果。

六、结语

本研究借助轨道交通中轨距技术标准的

历时性竞争博弈案例,分析了交通技术标准的网络效应及相应的竞争战略。虽然铁路轨距技术标准极具代表性,且“轮轨关系”也是“高速铁路的核心技术之一”^[32],但交通技术标准的网络效应也蕴含于道路运输等其他交通方式,本研究囿于所论问题的范围,未能进一步对其他交通技术标准的网络效应进行广泛而深入的分析。此外,本研究受限于篇幅,仅分析了铁路轨距标准相互竞争的情形,对轨距标准由竞争走向合作的情形并未深入探索与分析,这将为下一步的探索提供研究方向。

参考文献:

- [1] 杨进,胡朝阳.中国与中亚国家打造“新通道”,推动区域发展破局[J].世界知识,2023(13):50-52.
- [2] 林华桢,徐瑞华,高华.以铁路为骨干的旅客联程运输关键问题及实施途径[J].中国铁路,2023(3):90-97.
- [3] 樊桦.论铁路在我国综合运输体系中的功能定位[J].综合运输,2010(9):8-13.
- [4] 孟晓山,于建军,亢玮冬,等.军用危险品铁路运输的问题与对策[J].国防交通工程与技术,2024(4):1-3.
- [5] NAZAROV A,邹婷婷.俄罗斯高速宽轨列车 Velaro RUS[J].国外铁道车辆,2007(5):13-15.
- [6] 王平,徐井芒,刘大园,等.时速400 km宽轨距高速铁路道岔设计关键技术[J].高速铁路技术,2019(1):14-22.
- [7] 章勇.时速120 km/h宽轨铁路最小曲线半径的研究[J].山西建筑,2018(25):157-158.
- [8] 赵常庆.亚欧大陆交通互联互通10年:成就

- 与潜力[J]. 欧亚经济,2023(3):1-12.
- [9] 仇赆,李金叶. 中国与中亚国家交通运输业的合作发展探讨[J]. 对外经贸实务,2016(12):22-26.
- [10] 李典易,陈勇. 亚欧大陆跨境铁路的轨距问题[J]. 国际政治研究,2019(6):87-122,7-8.
- [11] 庞卫华,曾向红. 欧亚“中间走廊”计划的演进及实践[J]. 现代国际关系,2024(11):43-63.
- [12] 韩隽,赵东旭. 俄乌冲突长期化背景下中亚区域互联互通建设新态势及影响探析[J]. 新疆大学学报(哲学社会科学版),2024(2):70-79.
- [13] 王道征. 越南南北高铁规划及其国内争议[J]. 江南社会学院学报,2020(1):74-80.
- [14] 马焯昕,彭姝祎. 法国欲参与越南高铁建设,打的什么算盘[J]. 世界知识,2025(10):28-29.
- [15] 张微微,赵天鑫. 对东南亚高铁输出的中日竞争状况研究[J]. 现代日本经济,2019(1):58-66.
- [16] 苗需昂,王继军,杜香刚,等. 重载铁路大调整量弹性支承块式无砟轨道轨距保持能力关键参数敏感性分析[J]. 铁道建筑,2025(5):22-27.
- [17] 刘家瑞,闫硕,张军,等. 考虑车轮磨耗的高速变轨距转向架动力学分析[J]. 机械设计,2025(4):79-85.
- [18] 陈文豪,蒋登伟,毕成,等. 窄轨距货运铁路最小曲线半径分析与计算[J]. 低碳世界,2024(3):169-171.
- [19] 孙梅玉,曹玥,李明高,等. 铁路变轨距列车发展现状及应用前景研究[J]. 运输经理世界,2023(30)152-154.
- [20] 胡晓蓉,刘子语,杨春梅,等. 探访中老铁路万象南站和万象南换装场——打造旱码头畅通中老泰[N]. 云南日报,2023-04-16(3).
- [21] 徐黎丽. 中哈边境口岸装卸工研究——以阿拉山口与霍尔果斯口岸为例[D]. 兰州:兰州大学,2023.
- [22] 王亚鹏. 蒙古 EC70 型敞车换装准轨转向架方案设计研究[D]. 重庆:西南大学,2021.
- [23] 樊子暄,丁军君,CHIENVT,等. 越南铁路及机车车辆的现状及展望[J]. 铁道标准设计,2025(7):51-58.
- [24] 严鹏. 铁路作为陆权的枢纽[J]. 文化纵横,2023(5):80-91.
- [25] 李秀中. 中国四条跨境铁路终落地陆权大通道将崛起第 [N]. 财经日报, 2025-02-26 (A06).
- [26] 袁韬. “一带一路”视角下中国铁路外交研究[D]. 北京:外交学院,2023.
- [27] 王成金,李绪茂,陈沛然,等. 基于轨距的亚欧大陆铁路地缘系统格局及形成机理[J]. 地理学报,2020(8):1725-1741.
- [28] 巴红静,管伟军. 交易成本与铁路轨宽的标准化演进[J]. 兰州交通大学学报,2009(5):61-64.
- [29] LUÍS M B, CABRAL. Introduction to industria Organization [M]. ed. 2nd Cambridge: MIT Press,2017.
- [30] 宋海敏,杨乔. 网络效应视角下考虑顾客选择行为的产品线动态定价策略研究[J]. 现代商业研究,2024(4):14-16.
- [31] KATZ M L, SHAPIRO C. Network externalities, competition, and compatibility [J]. The American economic review,1985(3):424-440.
- [32] 靖仕元,王玉泽,等. 高速铁路关键系统[M]. 北京:中国铁道出版社有限公司,2021.

(责任编辑:杨海挺)