

中国高铁技术引进与自主创新的知识产权博弈

王一岑¹, 张金梦¹, 符云杰^{1,*}, 陈楚¹

1. 玉林师范学院, 历史与法律学院, 广西 玉林, 537000

摘要: 本文以博弈论为视角, 系统剖析了 2004-2015 年间中国高铁“引进-消化-再创新”过程中的知识产权动态博弈。21 世纪初, 中国确立并成功实施“引进、消化、吸收、再创新”的技术赶超路径。技术引进期形成的不对称博弈格局, 在自主创新期通过国家主导的协同创新体系得以根本性地扭转; 然而, 在“走出去”的新阶段, 中国高铁仍面临先发国家“专利陷阱”诉讼以及后发国家潜在的技术模仿与抢先注册等双重风险。本文认为, 中国高铁的成功关键在于实现了从被动接受国际知识产权规则到主动参与并塑造全球知识产权博弈的战略转变。为此, 未来必须构建系统化的海外知识产权风险预警与防控机制, 以保障产业的全球竞争安全与可持续发展。

关键词: 高速铁路; 引进-消化-再创新; 知识产权; 博弈论

The Intellectual Property Game between China's High Speed Rail Technology Introduction and Independent Innovation

Yicen Wang¹, Jinmeng Zhang¹, Yunjie Fu^{1,*}, Chu Chen¹

1. School of History and Law, Yulin Normal University, YuLin, GuangXi, 537000, China

Abstract: This paper, from the perspective of game theory, systematically analyzes the dynamic intellectual property game during the "introduction - digestion - re-innovation" process of China's high-speed rail from 2004 to 2015. At the beginning of the 21st century, China established and successfully implemented the technological catch-up path of "introduction, digestion, absorption, and re-innovation". The asymmetrical game pattern formed during the technology introduction period was fundamentally reversed through the state-led collaborative innovation system in the independent innovation period; however, in the new stage of "going global", China's high-speed rail still faces the dual risks of "patent trap" lawsuits from advanced countries and potential technology imitation and preemptive registration from latecomers. This paper argues that the key to the success of China's high-speed rail lies in the strategic transformation from passively accepting international intellectual property rules to actively participating in and shaping the global intellectual property game. Therefore, in the future, it is necessary to build a systematic overseas intellectual property risk early warning and prevention mechanism to ensure the global competitive security and sustainable development of the industry.

Keywords: High-speed rail; Introduction-digestion-re-innovation; Intellectual property; Game theory

进入 21 世纪, 面对高速铁路技术基础薄弱的现实, 国家确立了“引进先进技术、联合设计生产、打造中国品牌”的总体方针, 并于 2004 年至 2006 年间启动了大规模、系统性的技术引进。本质上是利用庞大的国内市场潜力作为筹码, 换取外方的技术转让, 从而开启高铁技术的系统性引进与消

化吸收”^[1]。然而，“以市场换技术”的过程从一开始就是一场鲜明的围绕知识产权（IP）的复杂博弈。外方在合作协议中普遍设置了严格限制——核心设计技术、源代码及关键工艺的转让均受到严密控制，并附加了使用范围、出口地域及后续改进的约束条款，旨在长期维持技术优势与控制力。而中方的根本目标则是通过消化吸收，最终实现技术的自主再创新与知识产权的独立。

在全球知识经济时代，运用知识产权工具实现技术突围已成为国家间产业竞争的核心议题。针对中国高铁这一典型后发赶超案例，现有研究仍存在缺口：未将知识产权作为贯穿技术引进、消化、创新及国际化全过程的动态博弈核心变量进行系统分析；缺乏从严谨博弈论视角解构中外双方在不同阶段的策略互动与均衡演变的深度案例；对如何将自主知识产权转化为国际市场竞争中的“反制能力”与“战略工具”也探讨不足。为此，引入博弈论作为核心理论工具，能够精准刻画各方在互动情境中的策略选择及均衡演变，高度契合高铁技术合作与竞争的行为本质。基于此构建的动态分析框架分为两个阶段展开：第一阶段剖析在初始技术-市场地位不对称条件下，中方以“市场准入”换取技术，外方实施“限制性转让与控制”，从而形成知识产权的依赖格局；第二阶段分析中国在面临技术封锁时，如何通过构建协同创新网络、产出自主知识产权成果并进行系统的海外专利布局，逐步改变博弈力量对比，推动战略态势从“被动受限”转向“主动反制”。该框架不仅动态揭示了高铁产业知识产权能力构建的内在逻辑与战略演进路径，也为理解后发国家的技术赶超机制提供了新的理论视角。其中针对“走出去”阶段提出的知识产权预警与防控机制，对保障中国高端装备制造业的全球竞争安全具有重要的实践参考价值，进一步丰富了技术赶超与创新管理领域的理论体系。

1 高铁技术引进期的知识产权博弈

1.1 “以市场换技术”战略的博弈论解构

2004年，铁道部正式启动140列时速200千米动车组招标项目，吸引德国西门子、法国阿尔斯通、日本川崎重工、加拿大庞巴迪四家国际轨道交通巨头参与竞争。面对技术来源多元化的局面，铁道部并未采用传统的逐一谈判模式，而是制定了极具策略性的谈判规则，成为整场技术引进博弈的核心优势。首先，铁道部强制要求技术转让与合作本土化，明确规定国外企业不得以独立法人身份直接投标，必须与南车四方、北车长客两家国内企业组建合资公司或达成技术转让合作。这一规则直接将原本四家外企相互竞争的格局，转变为中方主导的“二对四”谈判结构，大幅提升了我国在谈判中的话语权与议价能力。其次，推行投标前置技术转让谈判制度，要求所有参与投标的企业必须先与中方完成技术转让谈判并签订合同，否则直接取消投标资格。这一非对称条款打破了外企试图结成价格同盟、抬高报价与收紧技术的计划，迫使外企为争夺订单相互竞争，主动降低价格并放宽技术转让条件。最后，铁道部确立“关键技术必须转让、价格必须最低、产品必须使用中国品牌”三大核心原则，将单纯的设备采购目标，提升为搭建中国自主高铁技术平台的战略高度^[2]。博弈论模型也印证了该策略的有效性：国内市场规模越大、产业集中度越高、对外企准入限制越严格、外方技术供给企业越分散，国内主体在技术引进与创新中就越容易占据主动^[3]。由此可见，我国高铁的“以市场换技术”并非被动的市场与技术交换，而是一场立足自身市场优势、由中方主导设计的战略性知识产权博弈^[4]。

1.2 技术转让合同的知识产权落地博弈

宏观谈判策略成功之后，微观层面的技术转让合同谈判是保障核心知识产权真正落地的最关键环节，因此铁道部及国内合作企业有十分清醒、明确的认识，单凭生产图纸及使用许可尚不能实

现技术自主, 必须将专利、技术秘密等核心知识产权完整、可靠地掌握, 方能做到真正的技术自主。由此也自然地引出了中方在合同中所作的两项极有力的安排, 第一, 严格条款设计及创新考核机制。具体而言, 合同条款明确要求外方转让的不只是生产许可, 还要完整转让设计、研发、制造工艺多种核心技术诀窍, 从源头抓起, 系统锁定核心知识产权的转移。第二, 中方建立了“技术转让实施评价”考核机制, 把外方技术转让费的结算与中方实际掌握的技术直接、明确地挂钩, 外企能否拿到尾款, 绝不是取决于中标结果, 而是取决于国内企业是否在约定期限内真正掌握核心技术^[5]。国内企业在技术消化过程中, 需定期提交完整、可核查的学习与实施报告, 并由联合办公室考核。仅当中方技术人员能独立完成设计、生产并通过严格测试后, 外企方可获得尾款。以南车四方为代表的“1:2:17”三段式消化吸收模式, 将纸面技术扎实转化为本土实操能力, 为后续自主创新奠定了坚实基础。

1.3 博弈结果分析: 技术积累的短期影响

从短期效果看, 高铁技术引进期的知识产权博弈取得了十分明确、扎实的成果, 即为我国高铁之后规模化发展打下了可靠的技术及产业基础: 三次大规模招标使我国成功引进日本川崎 E2 - 1000 系、德国西门子 Velaro 平台、法国阿尔斯通 Pendolino、加拿大庞巴迪 Zefiro 380 四大技术平台, 由此构建起完整、有层次的动车组技术谱系, 快速实现时速 200~250 千米动车组的本土化生产, 并直接应用于京津城际、武广客专等重大工程, 故而中国铁路真正迈入高速化时代。但与此同时, 该阶段也暴露了十分值得重视的局限性及风险。我国早期 CRH 动车组本质是引进平台集成, 其牵引、网络控制等核心系统仍依赖进口。外方多仅转让二流技术, 核心技术壁垒未破, 导致国内创新长期受限于外围辅助系统。同时, 因引进来源多样, 技术标准不一、资源分散, 进一步增加了后续整合与自主创新的难度。因此, 若以更宏观、更冷静的视角审视, 高铁技术引进期的知识产权博弈实质上是我国高铁发展史中基础性、阶段性的重要一步, 其既快速补齐了我国高速列车技术的明显短板, 又让产业从无到有实现了跨越式突破, 由此为之后消化吸收再创新提供起点及支撑, 同时, 也自然而然地揭示了过度依赖外部技术引进的风险, 为我国转向全面自主创新指明了方向。

2 自主创新期的知识产权反制

2.1 从技术破局到规则制胜: 知识产权战略的攻守易形

在技术引进初期, 国外企业对中国高铁的转向架、控制系统等核心技术严加封锁, 只卖整车、不给技术。面对“卡脖子”的困境, 中国高铁没有只当使用者, 而是下决心走“先学会、再创造”的路子。工程人员把引进的动车组拆开, 一个零件一个零件地测绘、测试, 硬是把背后的技术原理给“吃透”了^[6]。同时, 针对我国幅员辽阔、地形气候复杂的实际情况, 团队开展了大量适应性研发。比如, 为了让列车能在东北极寒地区跑起来, 他们埋头攻关了好几年, 最终拿出了能耐零下 40 度低温的 CRH5 型高寒动车组。这条路, 也被总结成“引进—消化—吸收—再创新”的完整成长模式^[7]。手上有了自己的技术, 腰杆就硬了。中国高铁的知识产权策略, 也跟着从“防被告”转向了“主动出击”, 明确喊出“市场没进、专利先布”的口号。研发新一代 CR450 动车组的时候, 中车集团早就瞄准海外市场, 把永磁牵引、节能降耗这些核心技术的专利, 提前在目标国布局了一圈, 给自己织了张“专利防护网”。当面临外部专利制约时, 相关实体已能熟练运用知识产权规则进行反制, 例如主动提出专利无效或推动交叉许可。典型案例是, 针对某外国企业的空气弹簧专利, 国内团队通过检索历史文献, 发现更早的公开技术资料, 并据此成功宣告该专利无效, 从而扫清了产

业化障碍。这一过程展现了运用规则实现知识产权博弈与突围的能力。此举不仅直接扫清了该关键技术产业化的法律障碍，也展现了在知识产权博弈中运用规则进行反制的能力^[8]。这一套“你打你的、我打我的”打法，意味着中国高铁不再只是跟着别人跑的学生。我国开始在知识产权这场高手局里平等对话，甚至参与定规矩。

2.1.1 实证分析：自主创新成果的数据支撑

以“复兴号”CR400 系列动车组为例，我们可以清晰看到中国高铁技术自主创新的完整路径。早期引进时，核心专利被国外牢牢掌握，我们只能“用”却不能“改”。为了真正掌握技术，国内企业走了一条“拆解研究—自主设计”的实践道路：先把引进的动车组拆开分析，吃透内在机理，再根据我国复杂的地理和线路条件，进行适应性改造和优化升级。通过这种方式，我们逐步构建起自己的技术体系和专利网络^[9]。数据显示，截至 2025 年，CR400 系列累计申请专利已超过 4000 件，其中仅转向架、牵引系统等核心部件相关的专利就有 150 余项。这表明，中国高铁已不仅满足于“会用”，而是真正做到了“能改、能创、能保护”。

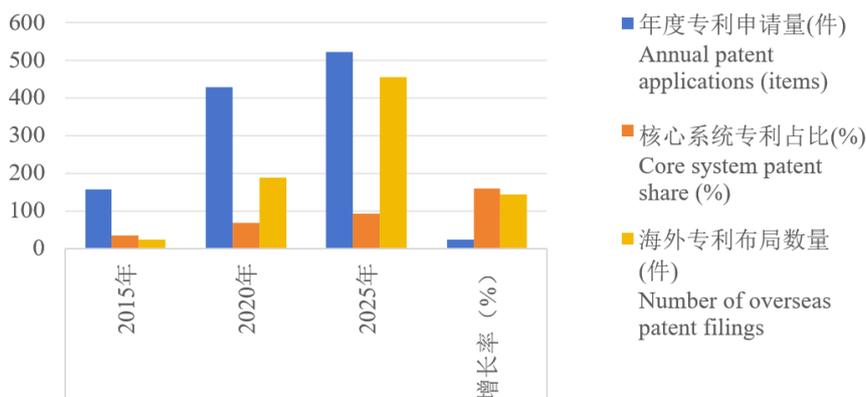


图 1 复兴号 CR400 系列动车组专利申请统计 (2015-2025 年)
Fig.1 Patent application statistics of cr400 series emus (2015-2025)

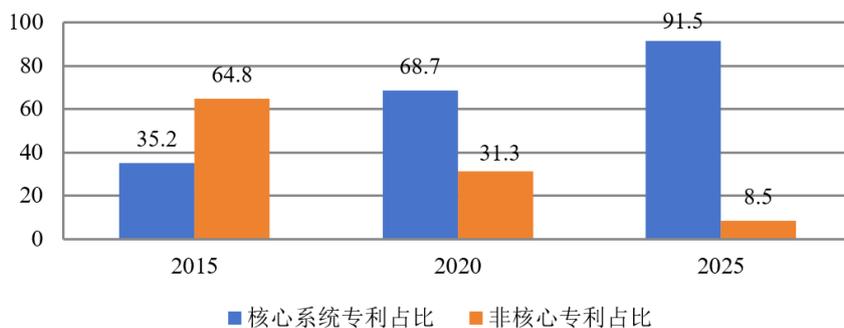


图 2 核心系统专利占比变化趋势
Fig.2 Trend of patent share in core systems

在 CR400 系列动车组的研发与持续升级过程中，中国高铁已成功实现了关键核心系统的全面自主可控，标志着我国高端装备制造业取得了历史性突破。与早期技术引进阶段严重依赖外方核心部件的情形相比，牵引传动、网络控制、制动系统、转向架等关键领域的国产化水平实现了跨越式提升。根据工业和信息化部评估数据（如表 1 所示），牵引传动系统的国产化率已从技术引进初期的 15.3% 大幅提升至目前的 98.2%，其核心突破在于实现了 IGBT 芯片的全链条自主设计与制造，彻底

摆脱了在该领域的长期依赖。网络控制系统的自主化进展更为显著,从初期的 8.7%提升至接近 100%,建立了完全自主知识产权的列车控制平台,为列车的智能化与安全运行奠定了坚实基础。制动系统的国产化比例也达到了 96.5%,关键突破体现在电子制动控制技术的自主化上。与此同时,转向架系统的国产化率亦提升至 97.8%,弹性架悬等关键技术的突破保障了列车的高速稳定运行。这些系统性的进步共同构成了完整、自主、可控的技术保障体系,不仅增强了产业链安全与竞争力,也为中国高铁“走出去”战略提供了坚实的技术支撑与知识产权保障。

表 1 复兴号动车组核心系统自主化率进展

Table 1 Progress of core system localization rate for fuxing EMU

系统名称	技术引进初期 (%)	2020 年水平 (%)	2025 年水平 (%)	关键技术突破
牵引传动系统	15.3	78.6	98.2	IGBT 芯片全链条自主
网络控制系统	8.7	85.4	100.0	自主知识产权平台
制动系统	12.1	72.3	96.5	电子制动控制技术
转向架系统	21.5	81.2	97.8	弹性架悬技术

CR450 动车组作为中国高铁技术的标杆成果,在试验阶段创造了多项世界纪录。根据中国铁道科学研究院测试数据(表 2),该车型单列运行时速达 453 千米,相对交会时速突破 896 千米,同时能耗较上一代降低超 20%。这些指标不仅体现了速度层面的技术突破,更通过能效优化与运行稳定性提升,系统展示了中国高铁在节能环保、安全舒适等维度的综合技术优势,成为自主创新体系成熟度的典型实证。

表 2 CR450 动车组关键技术指标对比

Table 2 Comparison of key technical parameters of CR450 EMU

性能指标	CR400BF-Z 型	CR450 试验型	提升幅度 (%)	国际领先水平
最高运营时速 (km/h)	350	453	29.4	是
相对交会时速 (km/h)	700	896	28.0	是
能耗指标 (kWh/人·百千米)	4.8	3.7	-22.9	是
噪声水平 (dB)	68	62	-8.8	是

随着自主技术体系的持续完善,中国高铁知识产权战略已实现从被动防御到主动构建竞争优势的转型。在专利布局方面,中车集团在 CR450 研发阶段即针对欧美等目标市场,提前部署“大功率永磁牵引”“减阻降耗”等核心技术专利,构建起市场准入的技术壁垒。面对国际技术封锁,通过专利无效程序突破空气弹簧领域专利限制,并采用交叉许可策略实现技术反制。这种攻防协同的专利运营模式,标志着中国高铁在知识产权领域已完成从被动应对到主动制衡的战略升级。

表3 中国高铁国际标准制定参与情况

Table 3 Participation in the formulation of international standards for China's high-speed rail

标准类别	主持制定数量	参与制定数量	关键贡献领域	国际认可度
系统级标准	13	27	列车控制系统、工务工程	完全采纳
设备级标准	28	45	牵引供电、通信信号	部分采纳
材料级标准	15	32	车体材料、轨道材料	逐步推广
检测标准	9	18	安全评估、验收标准	区域采纳

中国高铁在自主创新过程中，不仅着力突破关键技术，更注重推动自主技术向国际标准转化以掌握行业主导权。据表3数据显示，中国在高速铁路国际标准制定领域已实现从参与者到主导者的角色转变。截至2025年，中国主导制定了国际铁路联盟（UIC）全部13项高速铁路系统级国际标准，并深度参与300余项国际标准的制修订工作。这一战略转型标志着中国高铁完成了从技术引进到规则制定的升级，为雅万高铁等海外项目的全系统输出提供了标准化支撑体系。

表4 雅万高铁项目全产业链输出成效

Table 4 Output effect of the whole industry Chain of Jakarta-Bandung high-speed railway project

成效类别	具体指标	数据表现	影响范围
技术输出	中国标准采用率（%）	100	全系统
产业带动	本地化采购率（%）	76.5	全要素
就业创造	直接就业岗位（个）	41,287	全产业链
运营效益	累计客运量（万人次）	542.6	经济社会

雅万高铁作为中国高铁全系统海外输出的首个典范项目，其运营成效（表4）充分验证了中国高铁知识产权战略的成熟度。该项目实现100%中国标准应用，彻底改变了海外项目被动适配他国标准的历史；通过76.5%的本地化采购率，将产业链优势有效转化为属地经济发展动能。项目创造的4万余个就业岗位和超540万人次的客运量，不仅验证了技术的安全性与适应性，更标志着中国高铁实现了从单一技术输出向“技术+标准+管理”综合输出模式的战略升级，为后续海外项目提供了可复制的示范样本。

3 结论与政策建议

2008年，知识产权工作已明确上升到国家产业战略高度，中国模式则是以政府为纽带，实现对牵引、制动、网络控制等九大核心技术群的系统性突破，由国家主导的协同创新体系是赢得这场博弈的关键制度保障。其初期的“以市场换技术”策略虽使中国在短期内获得了技术基础，但也使中国产业处于知识产权受制状态，这种压力反向激发了实现知识产权独立的内生动力。以“复兴号”为标志的完整自主知识产权体系，在中国高铁“走出去”阶段提供了根本底气和反驳“抄袭”指控的坚实依据。但是目前仍然面临先发国家“专利陷阱”诉讼以及后发国家潜在的技术模仿与抢先注

册等的双重风险。为确保中国高铁在全球市场中行稳致远，必须构建系统化、前瞻性的知识产权战略与保护体系。具体建议包括：构建全链条风险预警与防控机制，开展全面的知识产权尽职调查，例如通过专利自由实施（FTO）调查识别潜在侵权风险，系统复核早期技术引进合同以评估海外应用风险，并建立严格的商业秘密隔离与管理体制^[10]。实施“专利先行、系统布局”的全球化战略，在研发立项之初即规划全球专利布局，重视在重点市场的“占位”式申请，围绕核心技术构建密集型、立体化专利组合以增强防御与谈判能力^[11]。同时需强化企业主体能力与国家支持体系，在企业内部设立首席知识产权官（CIPO），加强研发人员的商业秘密保护培训；在国家层面，优化商务部、国家知识产权局等部门的海外维权援助服务，推动政企联动应对重大海外纠纷^[12]。此外，应积极探索通过合资、交叉许可或战略联盟等合作路径，以柔性方式化解潜在知识产权纠纷。

参考文献

- [1] 李强, 张华. 中国高铁技术引进与创新路径研究[J]. 中国软科学, 2018(5): 45-56.
- [2] 高德步, 王庆. 产业创新系统视角下的中国高铁技术创新研究[J]. 科技管理研究, 2020, 40(12): 1-9.
- [3] 魏巍, 安同良. 中国高铁技术引进与自主创新的博弈分析[J]. 南京社会科学, 2019, (7): 19-25+46.
- [4] 李政, 任妍. 中国高铁产业赶超型自主创新模式与成功因素[J]. 社会科学辑刊, 2015, (2): 85-91.
- [5] 吕铁, 江鸿. 从逆向工程到正向设计——中国高铁对装备制造业技术追赶与自主创新的启示[J]. 经济管理, 2017, 39(10): 6-19.
- [6] 路风. 冲破迷雾——揭开中国高铁技术进步之源[J]. 管理世界, 2019, 35(9): 148-163.
- [7] 贾晓辉, 封颖. 中国高铁“引进—消化—吸收—再创新”模式中的知识流动机理研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2020, 41(10): 16-33.
- [8] 冯飞. 高铁配套设备企业专利诉讼风险与“内外兼修”策略[J]. 中国知识产权报, 2018, 15(1): 34-40.
- [9] 赵强, 张琳娜, 任维亮, 等. 复兴号动车组与既有线牵引供电能力适应性研究[J]. 铁道机车车辆, 2022, 42(2): 130-136.
- [10] 张秋芳, 刘嘉佳, 崔铭泽. 国际竞争视域下我国企业海外知识产权纠纷应对机制研究[J]. 中原工学院院报, 2023, 34(2): 73-77.
- [11] 王玉磊. 我国企业 PCT 专利申请影响因素研究[D]. 北京化工大学, 2015.
- [12] Planning Division, Strategic & Planning Department, CNIPA. "The 14th Five-Year Plan for International Intellectual Property Protection and Application" implementation effect is remarkable [J]. Patent Agency, 2023 (4): 7-11.

基金项目：玉林师范学院 2025 年大学生创新创业训练计划项目：“文思汇聚坊——邻接权赋能的创意发布平台，促进多元智慧的融合”（202510606049X）。

¹ **第 1 作者简介：**王一岑（2004-），女，玉林师范学院，本科在读，研究方向：法学。 E-mail: best_041119@163.com。

***通讯作者简介：**符云杰（2005-），女，玉林师范学院，本科在读，研究方向：法学。 E-mail: 19377701659@163.com。