

齿轨车专利技术发展态势研究

杨 姝¹ 王树宾¹ 关春晖¹ 马 玄¹ 赖俊科²

(1. 中车长春轨道客车股份有限公司科技管理部, 130062, 长春;

2. 北京超凡知识产权管理咨询有限公司, 100080, 北京//第一作者, 正高级工程师)

摘 要 基于智慧芽专利数据库的齿轨车相关专利数据,一方面,从宏观统计学角度就时间维度及地域维度进行态势分析,阐述了全球齿轨车相关专利技术的发展趋势;另一方面,从专利的技术创新点上对专利进行分类,并针对重点技术进行深度分析,梳理了部分热点方向的技术发展态势。

关键词 齿轨车; 专利; 发展态势

中图分类号 U234

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.04.005

Research on Development Status and Trend of Rack Railway Vehicle Patent Technology

YANG Shu, WANG Shubin, GUAN Chunhui, MA Xuan, LAI Junke

Abstract Based on the rack railway vehicle relevant patent data in PatSnap patent database, on one hand, the status in terms of time dimension and geography dimension is analyzed from the perspective of macro-statistics, and the development trend of global rack railway vehicle relevant patent technology is expounded; on the other hand, the patents are classified according to technical innovation points, and the key technologies are analyzed in depth, the technology development status and trend of some hotspot directions is sorted.

Key words rack railway vehicle; patent; development status and trend

First-author's address Science and Technology Management Department, CRRC Changchun Railway Vehicles Co., Ltd., 130062, Changchun, China

随着旅游业的发展,山区自然景观开始受到重视并得到大力开发。然而,越是鬼斧神工的自然奇观,其旅游开发越受制于山区层峦叠嶂的地理环境。山间较大的坡度对交通工具的驱动能力和制动能力要求均较高。普通列车已无法满足要求。因此,目前主流景区交通工具开始趋向于选择齿轨车。

满足山区大坡度需求的齿轨铁路建设早已在

国外实现^[1],如1869年投入使用的美国华盛顿山齿轨铁路、1871年在欧洲瑞士瑞吉山开通的齿轨铁路等。然而若将齿轨车作为景区的交通工具,还需对齿轨车本身的整体结构、驱动机构、制动系统、齿轨轮与齿轨,以及安全监控及舒适性设计等多方面进行优化。

为了解目前全球发展趋势和掌握技术发展动态,本文对基于智慧芽检索系统的检索数据进行分析。

1 专利态势分析

从智慧芽专利数据库的全球专利检索结果看,截至2021年11月1日,全球齿轨车相关专利申请共有403件(合并后为322项简单同族)(见图1)。其中我国共有297项齿轨车专利申请,占比高达74%。可见,我国的齿轨车专利申请已明显影响了全球的齿轨车专利发展情况,故在分析中不容忽视。

从时间上看,齿轨车领域专利申请活动总体上可分为3个时期:

1) 2008年以前,为技术萌芽期。申请人及申请量均较少,仅存在零星申请,且均来自国外。第1件齿轨专利为1889年的德国专利(专利号为DE49771DA^[2]),其公开了在2条铁轨中间设置1条齿轨的技术。第1件卧式齿轨轮转向架专利为1912年的德国专利(DE263248DA^[3])。第1件立式齿轨轮转向架专利为瑞士工业公司于1919年申请的法国专利(FR495463DA^[4])。

2) 2009—2017年,为技术积累期。在这一时期,齿轨车市场稳定发展,全球每年均有10~15项的相关专利申请(简单同族)。我国于2010年开始出现齿轨车领域的专利申请;经过1~2年的积累后,我国齿轨车技术开始引领技术发展。如图2所示,该时期的相关专利主要来自我国。

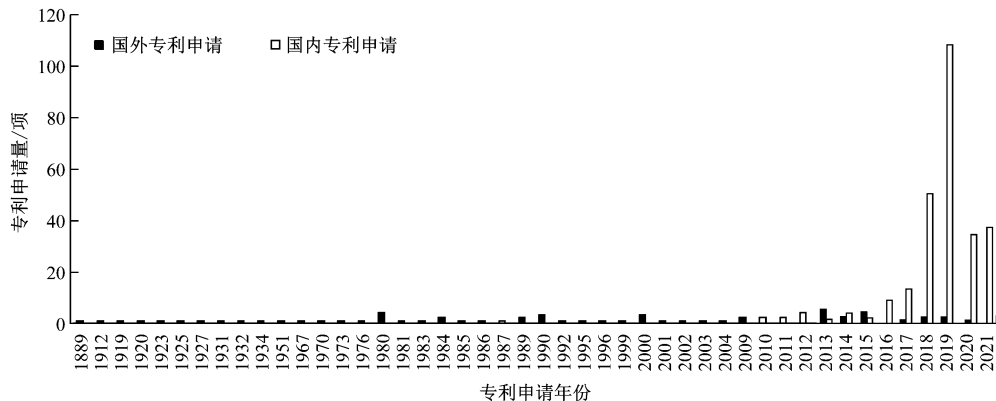


图1 全球齿轨车专利申请情况

Fig.1 Global patent application status of rack railway vehicle

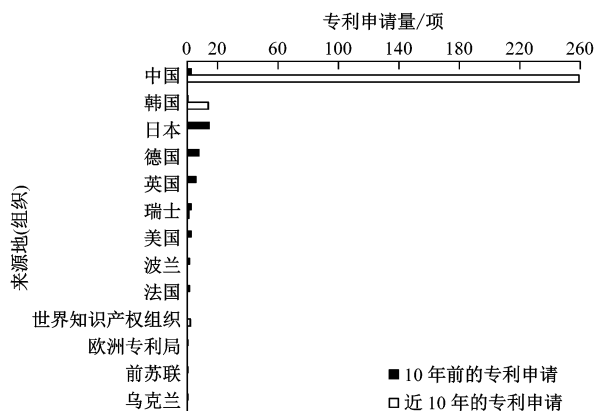


图2 全球齿轨车专利申请来源地(组织)分布

Fig.2 Distribution of rack railway vehicle global patent application source place (organizations)

3) 2018年以后,为技术爆发期。这时期,我国的相关专利申请量不仅维持在较高水平,而且持续高速增长。2019年的申请量超110项(简单同族),达到高峰。但是,在我国的相关专利申请中,存在大量的一案双申,即申请人就同一技术方案同日同时申请发明专利和实用新型专利,因此实际技术创新数量与图2中的数据有一定出入。另外,由数据可知,超过80%的专利申请来自近10年,超过半数的专利来自近3年。可见,我国近10年的齿轨车的创新能力毋庸置疑。

综合上述分析可知,目前全球齿轨车的专利布局主要来自于我国专利,而我国专利的申请主要集中在近10年。另外,从专利有效性来分析,目前322项全球专利(简单同族)中(主要是我国专利)处于有效法律状态的有161项,处于审中状态的有99项。可以预见,当这些处于审查中状态的齿轨车专利申请(主要是我国的)陆续获得授权后,齿轨车

领域将会构建起相当数量的专利壁垒。对于齿轨车领域的创新主体来说,需引起重视,务必在研发项目初期、中期、后期针对创新方案做好查新检索与防侵权检索。

基于技术首次申请国或申请人国别可梳理出一项创新的真正来源。因此,从技术来源的维度来分析,有助于再次拆解目前的齿轨车专利布局形势。目前齿轨车专利布局的创新来源情况如图2所示。

从齿轨车专利申请的相关数据上来看(见图2):约80%的专利申请来自我国,且其申请日几乎都集中在近10年内;约5%的专利申请来自日本,但所有日本专利申请均来自10年前。韩国、德国、美国、英国等国家的专利申请相对较少;除韩国有近10年内由韩国铁道技术研究院递交的专利申请外,其他国家、地区或国际组织的专利申请大部分集中在10年前。

与技术来源地(组织)概念相对应的还有技术目标地(组织)。技术目标地(组织)的概念可以理解是为专利布局的目标国或技术应用的目标市场。齿轨车领域全球专利的目标地(组织)分布如图3所示。从宏观上来看,目标地(组织)的分布大体上与技术来源地(组织)重叠。如我国、韩国、日本、德国、英国等技术来源地(组织)中的第一梯队成员均同属于技术目标地(组织)的第一梯队。从具体数据上来看,第一梯队的5位成员其技术来源地(组织)的专利量均低于其技术目标地(组织)的专利量,如262件来自我国的技术创新对应的是297件以我国为目标地(组织)的专利布局,15件来自日本的技术创新对应的是22件以日本为目标地(组织)的专利布局。这表明,各国创新主体目前的专利布

局还主要集中于本土,抢占海外市场的意图并不强烈,即目前齿轨车领域的专利布局正处于初期布局阶段。

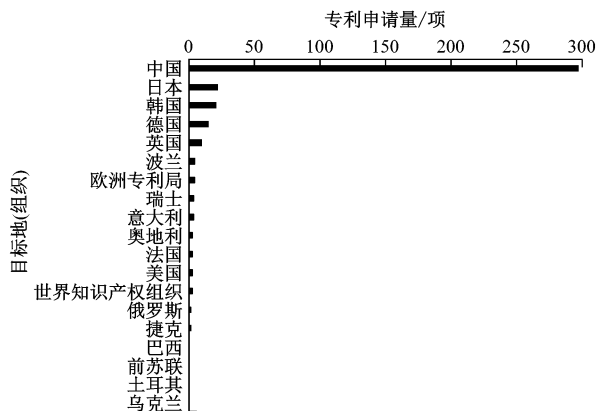


图3 全球齿轨车专利申请目标地(组织)分布

Fig. 3 Distribution of rack railway vehicle global patent application target place (organizations)

2 技术分析

2.1 齿轨轮及齿轨

齿轨轮与齿轨是齿轨车区别于其他列车的最重要特征之一,毫无悬念地成为齿轨车技术中的核心技术和基础技术。齿轨轮与齿轨技术不仅仅是齿轨轮或齿轨的结构设计,还包括涉及两者配合使用关系的设计及技术。随着齿轨车应用场景的多样化和功能需求多元化,齿轨轮和齿轨还有很多细节需要优化。

齿轨轮的改进大致可归纳为以下5个方面:

1) 齿轨轮本体结构设计,包括齿型、端面、散热、润滑等结构设计。例如,西安煤矿机械有限公司就齿型提出了专利(专利号 202210915290.8^[5]),其设计的鼓形齿轨轮包括齿轨轮主体和多个鼓形齿。

2) 齿轨轮的安裝位置改进及齿轨轮安裝功能改进。在安裝位置方面,立式齿轨轮可位于1对钢轨轮中间,亦可位于各钢轨轮外侧。可折叠的齿轨轮、万向齿轨轮、安裝强度优化等都属于安裝功能改进。

3) 齿轨轮的减振、降噪。分体式齿轨轮为主要减振、降噪技术,其在内外圈部件之间设置了弹性部件。

4) 齿轨轮或钢轨轮磨损解决方案。例如:① 设置分体式齿轨轮结构,更方便局部更换或维护,

中车资阳机车有限公司提出的专利(专利号 201811104643.5^[6]),设计了一种车轮磨耗等级,齿轨列车每行驶一段时间或一定里程后,对车轮直径进行检测,若车轮磨耗情况达到相应磨耗等级则更换;② 通过齿轨轮的偏心结构或额外的调节垫片等来调节齿轨轮与车轮的相对高度,中车株洲电力机车有限公司提出的专利(专利号 201910485755.8^[7]和 201910001264.1^[8]),其齿轮箱和抱轴箱通过用于调节输出轴与车轴中心轴线相对高度的第一调节机构可拆卸连接;③ 钢轨轮磨损时为避免齿轨轮与齿轨过度啮合而设置的辅助支撑等。

5) 齿轨轮与齿轨啮合方式,如凹型齿轨轮+球型齿轨、齿条式齿轨轮、履带式齿轨轮等。

同样地,齿轨的改进也可归纳为以下4个方面:

1) 齿轨安装扣件的改进。

2) 齿轨结构、工艺、材料等方面的改进。如防止应力集中、提高硬度、提高耐磨性能、维护、更换、润滑等。

3) 齿轨的安裝位置改进。如立式、卧式齿轨的布局,弯道齿轨的布置,以及防止脱轨等安全功能结构的改进,还涉及可升降齿轨、桥梁上齿轨的特殊要求等。

4) 齿轨的减振、降噪改进。主要是采用弹性材料。例如,韩国铁道技术研究院的专利(专利号 KR1020140099753^[9]和 KR1020150058187^[10])就是齿轨采用橡胶或合成树脂等弹性材料。

2.2 驱动机构及控制

作为交通工具,驱动能力是齿轨车的核心竞争力。由于齿轨车多应用于山区,面临各种爬坡难题,故与其他列车相比,齿轨车对驱动能力的要求更高。所以,自齿轨车诞生起,针对齿轨车驱动机构及控制进行优化的创新工作就一直在进行。目前,针对驱动机构及控制方面的专利布局主要包括:针对动力源、针对驱动机构结构及布置、针对减速机构,以及针对齿轨驱动及轮轨驱动的动力切换。其中,针对齿轨车动力源的创新可归纳为以下3个方向:① 针对黏着/轮轨驱动、齿轨驱动的动力源以及传动机构改进;② 新能源的应用,如超级电容、磁悬浮等;③ 多种动力源的混合驱动方式。

针对齿轨驱动及轮轨驱动动力切换的创新可同样归纳为2个方向:

1) 1个动力源,通过离合器等机械切换机构进行动力切换。例如,四川升腾元创机电技术研究有

限公司提出的专利(专利号 201911168351.2^[11])就是采用了 2 个离合器与多个传动部配合。此外,还涉及润滑、散热等切换机构本身的改进。

2) 动力切换时机的识别及控制等。比如根据图像识别线路条件,自动控制实现驱动方式的切换等。例如,中车株洲电力机车有限公司提出的专利(专利号 202010001461.6^[12])中有用于实时采集线路图像的部件,并可分辨前方的线路为齿轨线路还是黏着线路。

此外,针对齿轨车驱动机构结构及布置的创新主要是对立式、卧式、单轴、双轴、多轴齿轨驱动的改进,其主要关注小型化、过弯性能、减速性能等技术问题。针对齿轨车驱动减速机构的创新思路则主要是各类减速机构的应用(如行星齿轮减速机构等),为满足小型化或过弯性能等要求的减速机构结构改进。

2.3 制动系统

齿轨车对制动能力有着极高的要求。齿轨车辆制动系统通常包括行车制动、驻车制动、应急制动 3 种制动系统。因此,针对制动系统的专利还可细化为围绕该 3 种制动系统的改进。

围绕行车制动的改进点主要有:盘式或带式制动系统的结构及布置,多种制动系统的组合以提高制动效果,制动力需求的估计与各种制动系统的控制等。例如,中车株洲电力机车有限公司提出的专利(专利号 202010017772.1^[13])就是将道路坡度和行驶速度等作为重要参数来制定制动参数。

围绕驻车制动的改进点主要有:采用机械锁止或电磁锁止的方式实现驻车制动。

围绕应急制动的改进点主要有:涉及紧急状态的检测,以及应急制动方式或控制的改进。主要的制动方式包括作用在齿轨上的机械锁止制动、弹性摩擦制动,以及作用在齿轨轮上的摩擦制动及机械锁止制动等。

2.4 安全监控

安全监控技术是目前齿轨车技术中的新兴技术。在目前的全球齿轨车专利中,安全监控方面主要是围绕以下两类问题:①在山地景区雨雪天气较多,容易在地面齿条齿槽内形成积雪;②齿轨车行驶时的周边环境碎石较多,容易落入齿槽中,易导致齿轮齿轨无法正常啮合。对此,目前主要是采用异物检测、异物清理等手段处理。另外,还有智能化检测手段处理,如图像识别障碍物或环境并针对

性地进行控制。中铁二院工程集团有限责任公司提出的专利(专利号 201921052123.4^[14])中就是设置了 2 个用于采集齿条图像的装置,并可将采集到的图像与数据库中的无缺陷图像进行对比,从而检测齿条的裂纹、锈蚀缺陷等。

2.5 舒适性设计

现代化的齿轨铁路主要为用于山地景区旅游观光的铁路客运。因此,乘客对列车爬坡或下坡阶段的乘坐舒适度提出了更高的要求。可见,围绕齿轨车乘坐舒适性的改进将是未来重要的研发方向。

目前的舒适性设计改进专利研究方向为:在山地旅游风景区等坡道较多区域,现有列车座椅仅适用于坡度 $\leq 70\%$ (即坡道与水平面夹角成 4°)的线路;当坡度 $> 70\%$ 时,现有列车座椅无法满足乘客舒适性和安全性的需求。尤其是面朝下坡方向的乘客舒适性极差,甚至有滑摔隐患。对此提出的主要改良方向是齿轨车座椅。具体案例为成都城轨国铁创新科技有限公司提出的专利(专利号 201921656082.X^[15])中公开的自适应座椅,其不仅可根据坡度自动调节乘客与竖直方向的夹角,还有座椅结构优化设计及座椅控制方式适应性调整功能等。

3 结语

专利数据是了解和掌握技术发展脉络和动态的重要参数。基于对专利数据的处理与分析,可了解目前技术的发展趋势和所属阶段,还可知晓全球的相关专利布局情况,以及各重要技术的发展方向和空白点。

本文通过研究齿轨车领域相关专利文献发现,随着现代科技的发展,齿轨车技术的发展也需要向智能化靠拢,从而减少人工成本。所以,虽然齿轨车技术发展较早,但是要将齿轨车更好地应用在观光场景还有很多方面需要加强研究。

参考文献

- [1] 牛悦丞,李芾,丁军君,等.齿轨铁路发展及应用现状综述[J].铁道标准设计,2019,63(12):37.
NIU Yuecheng, LI Fu, DING Junjun, et al. Overview of mountain rack railway development and application[J]. Railway Standard Design, 2019, 63(12): 37.
- [2] RINECKER F, ABT & CO. Neuerung an der kreuzung von schienen und zahnstangen bei zahnradbahnen; DE49771DA[P]. 1889-03-21.

- [3] PETER H H. Einrichtung an bahnen mit adhäsionsstrecken und zahnradstrecken mit beidseitigem zahneingriff; DE263248DA [P]. 1913-08-05.
- [4] 瑞士工业公司. 带有车辆的铁路牵引装置,使得当这些车辆从一条轨道通过不同宽度的另一条轨道时可以改变同一轴的两个车轮之间的距离;FR495463DA[P]. 1919-10-09. Société Industrielle Suisse. Installation de traction à voie ferrée avec véhicules tels que la distance entre les deux roues d'un même essieu puisse être modifiée lors du passage de ces véhicules d'une voie à une autre de largeur différente; FR 495463DA[P]. 1919-10-09.
- [5] 田鹏涛, 赵书斐, 郑晓春, 等. 一种采煤机用鼓形齿轨轮及其制备方法: 202010915290.8[P]. 2020-12-11. TIAN Pengtao, ZHAO Shufei, ZHENG Xiaochun, et al. A type of drum-shaped rack rail wheel for coal mining machine and preparation method; 202010915290.8[P]. 2020-12-11.
- [6] 胡利航, 杜旭东, 范祖和, 等. 一种齿轨列车用牵引齿轮分级更换方法: 201811104643.5[P]. 2019-01-18. HU Lihang, DU Xudong, FAN Zuhe, et al. A method for traction gear grade replacement of rack rail train; 201811104643.5 [P]. 2019-01-18.
- [7] 陶功安, 李冠军, 沈龙江, 等. 一种齿轨车轮驱装置及转向架: 201910485755.8[P]. 2019-08-23. TAO Gong'an, LI Guanjun, SHEN Longjiang, et al. A type of rack rail wheel drive device and bogie; 201910485755.8[P]. 2019-08-23.
- [8] 张又孔, 廖志伟, 易兴利, 等. 一种齿轨轮高度调节机构及齿轨车轮驱装置: 201910001264.1[P]. 2019-03-29. ZHANG Youkong, LIAO Zhiwei, YI Xingli, et al. A rack rail wheel height adjustment mechanism and wheel drive device; 201910001264.1[P]. 2019-03-29.
- [9] 韩国铁道技术研究院, 水下铁轨穿越结构; KR1020140099753 [P]. 2016-10-13. Korea Railway Technology Research Institute. Underwater rail crossing structure; KR1020140099753[P]. 2016-10-13.
- [10] 韩国铁道技术研究院. 山地铁路轨道结构; KR1020150058187 [P]. 2016-12-02. Korea Railway Technology Research Institute. Mountain railroad track structure; KR1020150058187[P]. 2016-12-02.
- [11] 吴元文, 邓斌, 钱振地, 等. 齿轨车驱动机构及驱动系统: 201911168351.2[P]. 2020-03-06. WU Yuanwen, DENG Bin, QIAN Zhendi, et al. Rack rail vehicle drive mechanism and drive system; 201911168351.2 [P]. 2020-03-06.
- [12] 姚学斌, 屈海洋, 尚江傲, 等. 一种车辆、粘着和齿轨驱动切换的控制系统和控制方法: 202010001461.6 [P]. 2020-04-10. YAO Xuebin, QU Haiyang, SHANG Jiang'ao, et al. A control system and control method of switching between vehicle, adhesion and rack rail drive; 202010001461.6[P]. 2020-04-10.
- [13] 王丽, 段继超, 冷波, 等. 一种齿轨列车的制动控制方法及设备: 202010017772.1[P]. 2020-06-02. WANG Li, DUAN Jichao, LENG Bo, et al. A braking control method and equipment for rack rail train; 202010017772.1[P]. 2020-06-02.
- [14] 魏德豪, 杨阳, 徐银光, 等. 一种用于齿轨铁路的检测车: 201921052123.4[P]. 2020-04-07. WEI Dehao, YANG Yang, XU Yinguang, et al. A type of inspection vehicle for rack railway; 201921052123.4[P]. 2020-04-07.
- [15] 魏松, 夏德玉, 冯兵, 等. 一种用于轨道交通齿轨车辆的自适应座椅: 201921656082.X[P]. 2020-05-12. WEI Song, XIA Deyu, FENG Bing, et al. A type of adaptive seat for rail transit rack rail vehicle; 201921656082.X [P]. 2020-05-12.

(收稿日期: 2022-08-01)

我国城市轨道交通运营里程已近 1 万 km 城市 TOD 开发迎发展机遇

据交通运输部数据,2023 年 2 月份,31 个省(自治区、直辖市)和新疆生产建设兵团共有 54 个城市开通运营城市轨道交通线路 291 条,运营里程达 9 628.2 km。今年政府工作报告中提到,五年来,我国城市轨道交通运营里程从 4 500 多 km 增加到近 1 万 km。

随着城市轨道交通的发展,TOD(以公共交通为导向的开发)模式也逐渐兴起。其特点是以公共交通站点为中心、以 400~800 m 为半径建立中心广场或城市中心,最典型的就是在地铁站附近建住宅商业综合体。值得注意的是,随着经济社会的发展,TOD 模式并不仅仅适用于城市轨道交通项目,未来道路公交等其他公共交通都有可能成为 TOD 模式应用的新方向,但开发难度也有所增加。我国的城市轨道交通 TOD 综合开发建设还处于起步阶段,相关技术的突破任重而道远,未来各城市的地铁公司要发挥引领带动作用,吸引更多企业参与到 TOD 领域中来。

(来源:本刊编辑部)