

科技创新推动国内外轨道交通发展

张 雁

(太原中铁轨道交通建设运营有限公司, 山西省太原市, 030009; 3497184846@qq.com)

摘 要: 随着城市化人口的不断剧增, 使得原有的交通出行方式远远无法满足人们的日常生活需求。人们开始不断地探索和认知中找到一条可持续发展的道路——工业革命。通过人们在一次次工业革命中的创新成果, 城市之间的距离被拉近。一条条城市轨道交通线路的建设, 使得城市呈现出网状的格局, 从而带动国内外城市轨道交通运输业的发展。本论文通过查阅国内外相关轨道交通科技发展历程以及现代轨道交通科技成果的实际运用, 使我对国内外轨道交通发展过程进行了学习和了解, 深刻地认识到科技创新对国内外轨道交通的发展起着至关重要的作用。科技创新是核心, 更是未来城市轨道交通的发展趋势。

关键词: 科技创新; 国内外城市轨道交通; 未来趋势

引言

第一次工业革命把人类带入蒸汽时代, 随着城市化的发展, 蒸汽被人们广泛地应用于轨道机车, 由此人类摆脱了对马车的依赖, 使得出行量大大增加。第二次工业革命的来临把人们带入电气时代, 蒸汽机车的使用已满足不了人们的出行需求, 以蓄电池为动力的电力机车成为了城市轨道交通发展的主旋律。伴随着第三次工业革命, 城市轨道交通网络分布广泛, 计算机和电气集成化的运用, 实现了城市轨道交通的信息通信。第四次工业革命正在悄然到来, 以5G通信、人工智能、清洁能源、机器人技术、虚拟现实为主的高新前沿科技, 赋予了城市轨道交通新的生命, 从此更高效实时、更全局视角的线网化智慧运营模式已全面开启。

1. 国外城市轨道交通发展

1.1. 第一次工业革命时期的英国城市轨道交通发展

英国作为第一次工业革命的起点, 自瓦特改良蒸汽机后, 在第一辆蒸汽汽车问世后不久, 世界上第一台单汽缸和大飞轮的蒸汽机车也在1804年相继问世。它是由英国人理查德·特里维西克根据所掌握的蒸汽汽车工作原理和长年地查阅资料、总结经验而创造出来的。它作为轨道上行驶最早的机车能够以8km/h的速度同时牵引五节车厢行驶。从那时起, 火车成为了人们的代步工具。它解放了人们的双脚, 使人们可以便捷地、快速地到达更远的地方。此后, 人们开始不断研究和改进蒸汽机车的使用性能, 终于在1814年史蒂芬孙制造出双汽缸的牵引30t货物爬坡的蒸汽机车 [1]。它改变了人们对以往机车只能载人的想法, 做出了今后人们用火车运货的第一次伟大尝试。1825年英国开通了世界上第一条由斯托克顿到达林顿的营业铁路, 使得铁路开始涉及到商业、运输业等各个领域。

在此期间, 伦敦的人口开始逐倍增长。175万的人口基数, 使得伦敦市中心变得车水马龙, 整个街道拥挤不堪。城市中心的居民更多地为了生活质量, 选择去一些远离城市喧闹、汽笛污染的郊外生活, 过着郊区居住、城市上班两点一线的生活, 为了能够解决市郊铁路这一大问题, 查尔斯·皮尔逊在1847年首次提出了在城市中心地下建立一条铁路干线。直到1850年, 经过多次与政府的商议, 政府最终同意并实施了查尔斯·皮尔逊的建议。伦敦大都会地铁在建期间经住户搬迁、河岸坍塌等艰难险阻后, 终于在1863年通车面向大众。从此, 伦敦改变了以马车为主, 载客少、出行慢的出行方式, 更多地开始选择地下交通, 形成了地上马车和地下铁路并存的城市交通运营模式。

1.2. 第二次工业革命时期的德国城市轨道交通发展

19世纪又是一个全新的时代, 电能的发现及运用成为了人们生活中不可缺少的一部分。自1931年10月17日, 迈克尔·法拉第首次发现电磁感应现象并成功创造出第一个圆盘发电机时起, 人们电能的运用便由此展开

了。

1866年,德国工程师西门子利用电磁感应原理发明了世界上第一台大功率发电机。不久之后,西门子又研制出直流发电机。直流电动机的问世,一部分将作为产品被资本主义市场出口销售,另一部分将用作继续发明新的用电产物必需品。

从1879年开始,电能成功地被运用到了轨道交通的发展中。在柏林夏季展览会上,西门子设计的三节小型电力机车成功吸引了全场的眼球。该机车由外部150V直流发电机供电,通过使用第三轨向机车内部输电的原理,从众多参展设计中脱颖而出。从那以后,电力机车以实现大牵引力、零空气污染的优势,成为了全新的城市交通方式。1881年德国又相继推出以架空导线取代第三轨供电的电车供电系统,提高了使用电能的安全性。就在同一年,西门子发明的世界第一台电力牵引有轨电车在柏林市附近的西特菲尔开始投入运营[1]。1882年西门子在柏林郊区启用了全球首条长为540米的无轨电车线路。无轨电车和有轨电车的使用,标志着城市交通方式正趋于多元化。

1.3. 第三次工业革命时期的美国城市轨道交通发展

由于20世纪30、40年代战争的需要,石油成为了国家统配的物资,各国的石油出现了严控局面,为了降低交通工具对石油的使用率,美国是第一个大量使用无轨电车作为交通运输工具的国家。此后众多欧洲国家开始效仿。

20世纪70年代,由于小汽车的滥用,能源上的消耗,交通的拥堵,大气的污染使得美国政府开始对城市轨道交通实施了扶贫政策,同时对小汽车的停放等问题也随之有了限制。20世纪70年代到80年代期间,美国完成了对地下铁路的兴建。20世纪90年代,随着轻轨技术的日益成熟,美国政府的大力扶持,轻轨作为一种新交通方式获得了很好的发展,开始在纽约、亚特兰大等多座城市广泛应用[2]。

2. 国内城市轨道交通发展

2.1. 中国轨道交通的探索起步

北京,中国的首都,政治权力的中心,为了防止战争空袭给人们带来的伤害。1965年北京为了国防安全,修地铁一号线来作为防空洞使用。由此开始,我国城市轨道交通才得以起步。二十世纪六十年代,中国正值国民经济发展初期,人民日益增长的物质文化生活匮乏,交通工具也较为单一,主要以自行车、公交车、步行为主。远程车数量极少,最为常见的是大巴和绿皮火车。交通出行主要以地面道路为主。一方面,为了战备,防止核打击。另一方面,也是为了加快人们出行效率,满足人们的出行需求,修建地铁是一项艰巨又必不可少的任务。纵观世界城市轨道交通发展,中国的首条地铁就比英国伦敦晚了一百零二年。由此看出,我国城市轨道交通建设的起步晚。

2.2. 中国轨道交通的缓慢停滞

二十世纪六十年代后期至二十世纪八十年代后期,由于苏联专家撤离中国,缺失大量的先进科学技术,中国的轨道交通发展只得采用“摸着石头过河”的方式,谨慎小心的测量数据。更是由于当时文化大革命所带来的重创,经济总产值严重减少,科技研究的经费少之又少,科研人员只得以减少试验次数,尽可能多地做到精准测量后再进行试验。因为地铁建设这一重大工程,不仅需要众多的人力资源,更多的是需要巨大的前期建设投入资本,中国由于前期的准备条件不足,不得已使得轨道交通的发展停滞不前。截止到二十世纪九十年代初期,我国仅有北京和天津两座城市拥有地铁,运营里程共47公里。

2.3. 中国轨道交通的初步调整

20世纪90年代后期,由于中国改革开放后的显著成效,国民经济得以提升,城市人口的增长,给交通方面带来了不小的压力。地上交通方式已经满足不了城市交通的紧张情况。此时,为了城市经济的快速发展以及解决城市中所出现的交通问题,中国政府加大了对城市交通基础设施的投入力度并采取一系列的鼓励政策和优惠条件来帮助一部分城市加快建设地铁工程。通过开通地铁项目,带动交通运输业的发展,促进国民经济的快速发展。为此,国家在1995年出台了国务院60号文件宣布暂停审批轨道交通项目,加强了国家对轨道交通建设的宏观调控,轨道交通城市建设更加趋于严格化。随后2003年国务院出台的81号文件规范了申报地铁和轻轨城市应达到的基本条件,使得大城市轨道交通得以发展。直到2007年底,我国内地10个城市开通城市轨道交通,运营里程达到775公里。

2.4. 中国轨道交通的飞速增长

由于中国综合国力的增强，国民经济的飞速发展，使得中国成功举办2008年的北京奥运会。因为奥运会为北京时间晚八点举行，正值下班回家的高峰期，能够科学有序地保证乘客乘坐地铁进入会场，同时又能合理避开下班人流交叉成为了北京地铁需要解决的又一大难题。对此，北京地铁又大力修建了四、五、九、十号线，总里程达到了510公里。同时，由于国家财政一时难以拿出四条线路的总投入，于是在四号线上采取了PPP模式（Public-Private-Partnership），实现了政府与社会资本合作，开拓了一种运营的新模式，引入香港地铁先进技术，提高了北京地铁服务质量和效率。在建设线路过程中的精准把握，使得博物馆中的文物得以很好保存；运营时间的合理拿捏，使得奥运会得以高度赞扬。线路的大量增加，使原本单一的线路呈网状。里程、站数的增多，使得地铁在城市的运营范围逐步呈飞快增长趋势，不仅仅北京得以发展，中国诸多一线城市也紧跟脚步，大力发展轨道交通。许多二线城市也开始初建地铁项目，他们开始学经验，以谋求更好更快的高质量发展。上海，中国的贸易中心，经济发展的核心，在2010年成功举办了上海世博会。在筹备世博会期间，轨道交通的发展可谓是举世瞩目，堪称奇迹之举。当时上海计划要完成轨道交通400公里，八条线路的一百一十六个车站要全面建成完工。面对巨型的建设工程，上海的特殊地质，工程师们更是连夜赶工、勘察工程进度，利用百余台盾构机完成了这一世界工程壮举。

2017年10月建成的北京燕房线，作为中国第一条自主研发的全自动运行线路，更是为中国的轨道交通添彩助力。

3. 城市轨道交通的未来趋势

第四次工业革命的到来，使更多前沿科技得以应用。以人工智能、5G通信、新能源技术、机器人技术、虚拟现实为主的科研成果，正在不断地融入人们日常的生活，改变着人们对以往技术的认知。人们开始追求高技术、高质量带给人们的实用和便捷。面对日新月异的城市变化，高人口密度下的快节奏生活更是离不开城市轨道交通的发展。

3.1. 全自动运行技术

全自动运行技术是基于CBTC系统（Communication Based Train Control System）运行下，通过加强控制中心调度、列车的自动运行、检修、保养等功能，实现列车全自动运行的城市轨道交通系统。目前，国内实现并运用全自动运行技术的是上海地铁10号线和北京燕房线。利用这一技术，可以节省大量的人力资源，更加准点、科学地完成每天的运营工作。

全自动运行技术包括雨雪模式、跳跃对标、作业人员防护、障碍物脱轨检测等全新的功能体验，可以实现列车综合自检、列车自动出库、列车正线运行、列车到达终点站清客、列车回库、列车自动休眠的运营一体化监控。

自动化运行分为五个等级。由低级到高级分别为GOA0、GOA1、GOA2(STO)、GOA3(DTO)、GOA4(UTO)。GOA2较GOA1的优势就在于是有ATP防护（Automatic Train Protection）的人工驾驶，STO（Semi-Automatic Train Operation）属于半自动列车运行，需要司机监督下进行。DTO（Driverless Train Operation）则需要有人值守，但较STO（Semi-Automatic Train Operation）而言，实现了全自动运行。UTO（Unattended Train Operation）较DTO（Driverless Train Operation）的优点则为无需人为值守，机器自身可以实现智能操作 [3]。

3.2. 城轨云平台

城轨云平台是基于大数据计算下的信息系统，可以在综合监控、运营协调、应急处置等领域更加可靠、实时地传递有效的应对措施。

城轨云平台可提供大数据平台融合、云安全防护、云服务、云计算等众多资源，有利于提高城市轨道交通系统的可靠性和安全性。

3.3. BIM技术

BIM技术（Building Information Modeling）是通过构建三维立体建筑模型，为人们直观地还原建筑的建成过程，给后期的设计和施工协调提供了有力保障。它通过模拟建筑的施工过程和使用过程，节省了施工成本。与此同时，也有效地制定出使用过程中存在问题的处理方案，从而实现设计、施工、运营全过程的优化整合。

3.4. PHM技术

PHM技术（Prognostics and Health Management）即故障预测与健康管理系统。在系统出现问题时，利用传感器及时找到问题根源，做到有效的故障诊断和维护。在系统正常时，对系统的使用寿命进行估算并通过科学管理方式尽可能地延长系统使用寿命。

3.5. 人工智能AI+5G通信

人工智能作为模拟人类行为的一种智能系统，通过计算机程序、大数据存储、雷达定位等方式，实现了对人脸识别、智能机器人、智能驾驶、环境监测等领域的研究应用。

5G通信则是以比4G通信快100倍的超高速优势，为地铁运行节省时间，提高服务质量，人们可以用几秒钟的时间，快速下载高清影片，实现优质的视觉

盛宴。乘客可以通过人工智能的大数据存储，通过手机等媒介实时查阅地铁交通相关资源，为乘客高效出行提供更便捷的方式。同时也可调度中心实时监控客流情况，及时采取调整措施做相应的数据支援。

2019年3月16日，深圳地铁推出了全球首个“5G+AI”体验区。这项举措推动了地铁智能化的发展，其中的“无感乘车”、“巡检机器人”、“无人机巡检”更是为地铁运营安全提供了强有力的保障[4]。

“无感乘车”技术利用了人工智能3D人脸识别、智能数据分析等科技手段，乘客在乘车时无需凭借票卡或二维码扫码进站，只需要在大屏幕前正直站立。待几秒过后，便能进行身份验证，大屏幕上有一个循环的ID身份验证条，按进站时间每个乘客信息将依次播放，实现了数据信息的有序收集，同时也缩短了乘客排队购票的时间。

“无人机巡检”技术是利用无人机对轨道行驶区进行实时监控，通过5G通信将无人机拍摄画面传输回计算机中，操作人员可以直观、及时地查看行驶情况并做出相应处置。

“巡检机器人”是利用人脸识别和智能机器人技术来实现地铁的日常巡检工作。它代替了安保人员和厅巡员的岗位职责，成为提供乘客票务问询、维持车站站厅秩序，发现站内异常及时上传情况的车站小助手。它的出现，减少了人力资源成本，提高了运营工作效率。

3.6. 其他前端科技

为了让地铁列车得到最大限度地再利用，中车公司又研发出了碳纤维车辆技术。该技术可以使列车轻量化，轻薄的车身使得每节车厢可以容纳更多的乘客，从而使地铁列车设计得更加人性化。同时又可以降低车辆运行的载荷，使列车的运行更加平稳高效。OLED显示技术（Organic Light-Emitting Diode）的推出，使列车车窗实现智能化利用。人们可以将车窗当作是一块超大触摸屏，在其中随意点击感兴趣的高清视频。磁悬浮中央空调技术是通过磁场作用，将轴承脱离轨道，使列车减少与轨道的摩擦，最大限度地降低列车运行时的噪音。

4. 结论

随着城市化水平和科研技术的不断提高，城市轨道交通的发展也呈现出高速度、高质量的特点，交通线网的继续延伸、基础设施的更新换代已成为交通运输业快速发展过程中不可缺少的一部分。由一开始的单一出行方式到如今多元化的交通运输体系，完善了城市功能，便捷了人们的出行。

无论是从一开始国外有轨电车、无轨电车以及轻轨的发展，还是到中国国内地铁线网的建设，都离不开科技成果的支持。未来的轨道交通将更趋于多元化、智能化发展。

参考文献

- [1] 曾险峰. 城市轨道交通概论 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2014: 3.
- [2] 刘洋. 20世纪70年代以来美国轨道交通的复兴 [D]. 长春: 东北师范大学, 2010.
- [3] 美丽家园sxy. 城市轨道交通全自动运行系统建设指南: 第一版发布 [EB/OL]. (2017-12-08). http://www.360doc.com/content/17/1208/23/38506261_711403660.shtml
- [4] 一鸣. 全球首个“5G+AI”智慧枢纽体验区在深开放: 云天励飞助力智慧 [EB/OL]. (2019-03-11). <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1627677226476906855&wfr=spider&for=pc>.