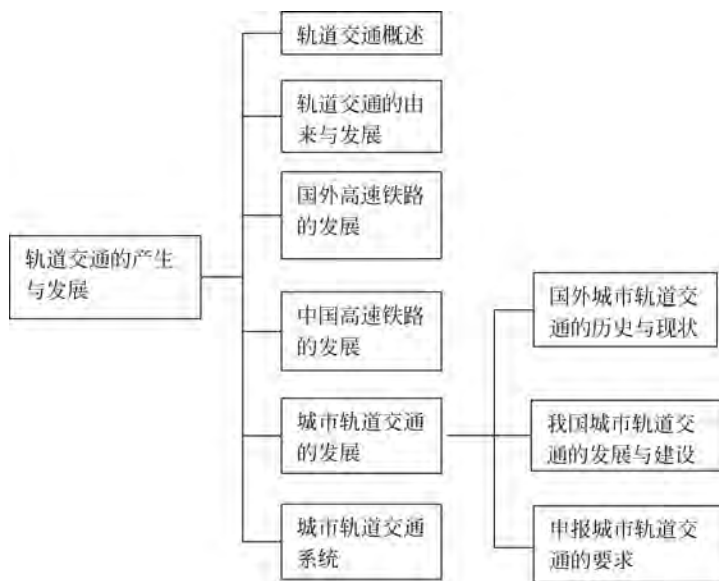




第1章

轨道交通的产生与发展

学习目标：轨道交通不同于道路交通。通过本章学习，了解轨道交通的基本概念和特点；了解轨道交通的产生和发展，包括国内外高速铁路和城市轨道交通的发展状况；了解我国申报城市轨道交通的要求。



思维导图

课程思政：2017年，党的十九大报告首次明确提出要建设“交通强国”的发展战略。习近平总书记在第二届联合国全球可持续交通大会开幕式上的讲话再次指出：坚持交通先行、坚持创新引领、坚持交通天下的可持续强国交通战略。高速轨道交通我国起步晚，但通过引进、吸收、改造到创造自主知识产权，高铁总里程居世界第一，高速铁路已成了我国的名片。城市轨道交通建设方面，中国用近50年的时间超过了发达资本主义国家150多年的建设体量，目前交通里程位居世界第一，全世界运营里程前10的城市中国占7个。因此，有了正确的方向，有了快速增长的经济保障，有一大批科技人员的奉献，一定能实现由弱国到强国的中国梦，做到“强国有我在”。

1.1 轨道交通概述

轨道交通是一种独立的有轨交通系统,它可提供资源节约利用、环境舒适、节能减排、安全快捷的大容量运输服务,能够按照设计能力正常运行,与其他交通工具互不干扰,具有强大的运输能力、较高的服务水平和显著的资源环境效益。

运载人和物的车辆在特定的轨道上运行,轨道起了支承和导向作用的交通手段称为轨道交通。城市中,使用车辆在固定导轨上运行并主要用于城市客运的交通系统称为城市轨道交通。而人们常把担当长、大运输的铁路称为大铁路(或称干线铁路)。在我国,随着区域经济和城市群的发展,又把连接城市间的快速轨道交通或铁路客运专线称为“城际高铁”,如京沪高铁、沪宁高铁、京津高铁、武广高铁等。

从城市发展的角度看,城市人口的多少、城市范围的大小,决定了城市规模的大小。按城市人口和城市规模,城市有大、中、小之分,不同规模的城市,其对交通运输的需求是不同的;城市的社会经济发展步伐不同,对交通的需求也是不一样的;不同需求等级的线路,会有不同运量和速度的交通运输系统与之相适应。因此,城市轨道交通作为交通运输方式之一,其建设和发展与城市的社会和经济发展紧密相关,与城市的人口、规模、形态及地理、气候、环境密不可分。

城市轨道交通有多种形式,其经济技术特征因各自的运能、速度、工程造价、营运费用及环境影响的不同而各不相同,从而满足不同城市或地区对交通运输的不同需求。但其共同的技术经济特征主要表现在以下方面:

(1) 大运量。城市轨道交通的列车行车时间间隔短、运行速度快、列车编组辆数多且密度大,因而具有较大的运输能力。一般市郊铁路的单向高峰每小时的运输能力最大可达到6万~8万人次;地铁可达到3万~7万人次;轻轨一般在1万~4万人次;有轨电车能达到1万人次。它们都远远超过了公共汽车等其他运输工具的运输能力。

(2) 快速。城市轨道交通由于在专用行车轨道上运行,不受其他交通工具或行人的干扰,车辆可以有较高的运行速度和启动、制动加速度,且由于普遍采用高站台,旅客乘降、换乘便利,大大压缩了站停时间,从而缩短了旅客出行的总时间。

(3) 准时。城市轨道交通由于使用专用行车通道,不受道路堵塞、恶劣气候等影响和干扰,可全天候运行,实行按图行车,时间保证的可靠性强、准确性高。

(4) 安全。与其他交通工具相比,城市轨道交通运行在专用线路上,没有平交道口,不受气候及其他交通工具的干扰,且普遍采用自动化程度高的通信信号控制设备,因此,极少发生交通事故,安全性非常好。

(5) 低运营成本。城市轨道交通由于采用先进的电力牵引技术,且轮轨摩擦阻力较小,其运营费用低,这也是政府选择交通运输方式的重要决策依据。

(6) 污染小。城市轨道交通由于采用电力牵引技术,与公共汽(电)车相比,基本不产生废气污染。且有利于减少小汽车及公共汽车的数量,从而减少废气的排放量。由于线路(如地铁)和车辆普遍采用了降噪措施,因此,其噪声对环境的污染也可以得到有效控制。

(7) 占地少。大城市人口集中、土地昂贵、地面拥挤。城市轨道交通则通过对地下和地上高架等空间的利用和开发,不占或少占地面街道,能有效缓解汽车等地面交通工具发展造

成的道路拥挤和堵塞,有利于城市空间的科学合理利用。同时可以缓解城市中心城区的拥挤、堵塞状态,提高土地利用价值,增加城市景观。

(8) 舒适度高。城市轨道交通由于运行不受其他交通工具的干扰,其车辆运行特性较好,车辆、车站等场所一般都装有空调、通风、电梯、引导、自动售票等各种服务设施,使旅客的乘车环境和条件比公共汽(电)车要好且舒适。

总之,城市轨道交通具有快速、准点、安全、舒适、运量大、能耗小、节约土地资源、对环境友好等特点,符合建设资源节约型、环境友好型社会的要求,它应该成为大城市公共交通网络的骨干。由于轨道交通使用的是清洁能源——电能,没有尾气污染,因此被称为“绿色交通”。

城市轨道交通的建设和运营实践都证明,轨道交通的发展不仅能缓解大城市交通拥堵问题,还具有诸多社会功能,对提高居民生活质量和环境质量,调整城市布局结构和产业结构以及拉动城市社会经济持续发展都具有重要意义。为了保证我国城市轨道交通的又好又快发展,有必要对城市轨道交通的社会功能进行再认识。

(1) 城市轨道交通的基础性功能——缓解城市交通拥堵。大城市的交通拥堵日益严重,加快发展城市轨道交通是城市交通走出困境的必由之路。

(2) 城市轨道交通的先导性功能——优化城市布局结构。缓解城市交通拥堵是城市轨道交通的基础性功能,而引导城市布局结构的优化则是它的先导性功能。当前世界各国修建城市轨道交通的目的,除了缓解交通拥挤外,还有一个更重要的目的,就是引导城市发展的结构性优化,从摊大饼式的浸润型发展转变为伸开的手掌型的组团式轴向发展。组团式发展的骨架就是城市轨道交通线路,在这样的发展模式下,在市中心区与副中心、卫星城镇之间可以是草坪、树林,甚至农田,从而形成生态城市的格局。

(3) 有利于节约资源、改善环境。按照科学发展观的要求,城市社会经济的发展,需要有安全、高效、节能、环保、经济的交通运输系统提供支持;建设资源节约型、环境友好型社会,需要制定有利于资源节约和环境改善的交通政策。城市交通发展目标必须与城市的社会经济发展目标相协调,与城市可持续发展目标相一致。

(4) 促进社会经济发展。方便快捷的轨道交通系统,能提高市民的流动性和机动性,并大大提升沿线物业及房地产的开发价值,带动轨道交通沿线的旧城改造以及新城区的开发。轨道交通还具备发展轴作用,既有助于商贸向轨道交通沿线集聚,使城市形态发生积极变化,资源配置更加合理,并且有利于产业结构和消费结构的升级。

(5) 人防功能。我国对于轨道交通人防功能的定位是“以交通为主,实现人防及地下空间综合开发等多功能结合”。在地铁设计、规划以及建设过程中,遵照“平战结合”的总体原则,按国家有关标准,强制性规范,以达到兼顾人防的标准。由于轨道交通庞大的地下网络不仅增加了整个城市区域人防系统的连通性,而且连接车站的众多出入口又能够增加网络的辐射范围,形成了大面积的人防功能网,从而提高了大城市的总体防灾减灾能力。

(6) 文化功能。地铁车站建筑、站内装饰等都可以是文化的载体,最有名的要数莫斯科地铁和蒙特利尔地铁。伦敦地铁被认为是最有电影缘的地铁之一,曾有100多部电影和电视剧在这里取景。

与此同时,我们也要看到,与其他交通工具相比,城市轨道交通有一次性建设投资大、建设周期长、工程质量要求高、设备技术复杂,且路网结构一旦形成后就不易调整和变更等特

点,对其规划、建设的前期工作要求高。因此,一定要有战略考虑,使规划建设的前期工作做细、做实、做深入,才能保证其发挥最大效益。

轨道交通一般分为运行于城市间的大铁路交通和在城市内运行的城市轨道交通。

1.2 轨道交通的由来与发展

交通是彼此相通,往来通达的意思。人类社会的存在和发展需要交通运输。交通是社会发展的基础,是社会生产流通、分配、消费以及人们工作、交往和旅游的先决条件。交通可分为水路交通运输系统、陆地交通运输系统和空中交通运输系统三种。在古代由于人类无法解决陆上交通运载物体与地面之间摩擦力的最根本困难,大量的运输靠木舟这种简陋的交通工具,此外就没有其他的交通手段了。与陆上交通有关的轮子则出现于公元前 3500 年,装有轮子的车辆变滑动摩擦为滚动摩擦,改进了人类陆上交通的工具。直到 19 世纪,道路尚无路面铺装,木制车轮也没有装置充气轮胎,特别是没有出现驱动车轮的动力机械,因此轮子出现后的漫漫数千年,人类的陆上交通没有发生根本性的改变。大宗货物的运输还依靠船运,如中国的南北大运河。直到 17、18 世纪工业革命,有了驱动轮子的动力,出现了蒸汽火车,极大地促进了生产力的提高。

其实在出现火车之前就有了轨道。轨道的出现是为了减小摩擦阻力,提供一个比较平滑的接触面,而且省钱——无须全部道路都进行加工。公元前 6 世纪,在古希腊有一条 6 km 长的 Diolkos 轨道用来运输船只,载运船只的车辆由奴隶拉着在石灰石刻成的轨道上行走。

马拉轨道车辆出现在古希腊、马耳他和罗马帝国,至少 2000 年之前,使用加工过的石材作为轨道。这种交通形式再次出现在欧洲是 1550 年,通常使用原木作轨道。18 世纪铁轨出现在英国,英国土木工程师 William Jessop 设计了类似现在的铁轨和有轮缘的车轮。1802 年开通了伦敦南部世界上第一条马拉的公共铁路。19 世纪的道路是没有铺装的,充气橡胶轮尚未出现,要提高车辆的速度必须减小轮子和基础面之间的摩擦力,再者载客有一定的路线,在规定的路线上铺设轨道无疑是十分有利的,这就是 1829 年的伦敦、1831 年的纽约街上出现了公共马拉或驴拉轨道车辆的原因,1860 年公共马拉或驴拉轨道车辆更风靡北美各大城市。18 世纪的工业革命是技术发展史上的一次飞跃,此间出现和发展的蒸汽机火车和内燃机汽车是现代交通运输发展的两个里程碑。

蒸汽机装在车辆上以后,载运量大大提高,1801 年首辆蒸汽汽车在英国问世,出于对这种新交通工具运载威力的“惧怕”,也考虑重型车辆对道路的高要求,英国法律规定这个庞然大物不能在公路上行驶,只能运行在专用轨道上。在这种形势下火车的发展几乎是顺理成章的了。但在其发展过程中并不是一帆风顺,大致经历了三个阶段。

1. 轨道交通的第一次高潮

路上交通划时代的革命是从轨道交通出现开始的。人类文明的需要促进了轨道交通飞速发展,而轨道交通的进步又把人类社会提高到了新的高度,同时社会生产力对交通提出更进一步的要求。科学、技术、工艺给这种要求提供了可能,新的能源、新的动力机械孕育发展了新的交通工具。自 1825 年英国开通第一条铁路,立刻获得了世界各国的青睐,各国竞相修建(表 1-1)。1840—1913 年是世界铁路发展的“黄金时代”,由于铁路机车制造技术已相

当成熟,轨道结构也不断改进定型,各国修建铁路的热情日益高涨,铁路发展速度明显加快。1840年世界铁路营业里程为8000 km,到1913年已达110万 km,并垄断了陆上交通运输。在美国,98%的城市旅客周转量由铁路承担。铁路的霸主地位一直延续到1940年,达到了铁路发展的鼎盛时期,此时的营业里程高达135.6万 km。铁路的发展促进了经济的发展,以美国为例:铁路改变了美国的面貌,加速了美国的发展,从某种意义上说,没有连接美国东西海岸的轨道交通大动脉,就没有今天美国的微软、硅谷和航天中心。

表 1-1 世界部分国家出现第一条铁路的时间

国家	英国	美国	法国	比利时	加拿大	俄国	日本	中国*
年份	1825	1830	1832	1835	1836	1837	1853	1882

* 中国第一条自建的铁路是指1882年通车运行的唐胥铁路。

2. 轨道交通的衰落阶段

汽车的出现和飞机进入民用领域彻底改变了人们的交通行为。随着现代汽车制造业的飞速发展和高速公路网的形成,激发了“自主交通”的热忱,夺取了短途运输的份额;现代航空工业的发展夺走了中远距离的运输量;更由于铁路内部的“倾轧、竞争”以及“不思上进”,没有及时将新科技新手段运用于轨道交通领域,轨道交通一度每况愈下,日薄西山,陷入了“夕阳产业”的窘境。美国充当了拆除铁路的急先锋。英国交通部门也曾提出一份“英伦三岛铁路改造计划”,其中心内容就是要拆除全部铁路,改建为高速公路。资本主义国家一方面在其国内大拆铁路,改修公路,赶造飞机;另一方面又在所属的殖民地和经济落后国家大修铁路。1930年后,当时殖民地国家的铁路营运里程增加了40%,欧洲地区只增加19%,而美国却减少了9000 km。

3. 轨道交通的复苏与再发展阶段

私人汽车的发展使汽车的数量剧增,从而也使对土地的侵占加剧。人们在长期使用中发现轨道交通与汽车、飞机相比具有不可替代的优越性。

(1) 能耗。旅客运输中的能耗以铁路为1,则公共汽车为1.4,小汽车为7.5,飞机为6.9;货物运输中的能耗以铁路为1,则内河水运为1.6,载重汽车为9.6。

(2) 能源。轨道交通车辆可采用用煤、核能产生的电力等二次能源,而不一定要使用石油制品。

(3) 环保。采用电力牵引的轨道交通在环保(噪声、废气、尘埃)方面更具竞争力。

(4) 安全。和汽车、飞机相比,轨道交通的安全性也是公路、航空无法竞争的。日本新干线高速铁路运营以来已运送旅客70亿人次,无一人身事故。

(5) 速度。以往的铁路无法和飞机的速度相比,但1964年日本东海道新干线的出现,改变了人们的传统看法,东海道新干线联系了东京和大阪,全长515.4 km,高速列车运营的最高速度210 km/h,平均速度也达160 km/h,运营时间由刚开始的3 h 10 min缩短为现在的2.5 h。由于新干线的开通,维系两地的民航被迫关闭。法国TGV(是Train à Grande Vitesse的简称,法语“高速铁路”)于1989年12月创造了515.3 km/h的行车速度纪录。究竟飞机快还是火车快的问题又被提了出来,迎来了新一轮城际高速轨道交通建设高峰。

1.3 国外高速铁路的发展

高速铁路(High-Speed Railway)简称高铁,就是铁路设计速度高、能让火车高速运行的铁路系统。世界上第一条正式运营的高速铁路系统是1964年建成通车的日本新干线,设计速度200 km/h,所以高速铁路的初期速度标准就是200 km/h。后来随着技术的进步,火车速度更快,不同时代不同国家就对高速铁路有了不同定义,并根据本国情况规定了各自的高速铁路级别的详细技术标准,涉及的列车速度、铁路类型等就不尽相同。

高铁的发展经历了以下不同时期。

1. 第一次浪潮(1964—1990年)

1959年4月5日,世界上第一条真正意义上的高速铁路日本东海道新干线破土动工,经过5年建设,于1964年3月全线完成铺轨,同年7月竣工,1964年10月1日正式通车。东海道新干线从东京起始,途经名古屋、京都等地终止(新)大阪,全长515.4 km,运营速度高达210 km/h,它的建成通车标志着世界高速铁路新纪元的到来。随后,法国、意大利、德国纷纷修建高速铁路。1972年继东海道新干线之后,日本又修建了山阳、东北和上越新干线;法国修建了东南TGV线、大西洋TGV线;意大利修建了罗马至佛罗伦萨线。以日本东海道新干线为首的第一代高速铁路的建成,大力推动了沿线地区经济的均衡发展,促进了房地产、工业机械、钢铁等相关产业的发展,降低了交通运输对环境的影响程度,铁路市场份额大幅回升,企业经济效益明显好转。

2. 第二次浪潮(1990年至20世纪90年代中期)

法国、德国、意大利、西班牙、比利时、荷兰、瑞典、英国等欧洲大部分发达国家,大规模修建国内或跨国高速铁路,逐步形成了欧洲高速铁路网络。这次高速铁路的建设高潮,不仅仅是铁路提高内部企业效益的需要,更多的是国家能源、环境、交通政策的需要。

3. 第三次浪潮(20世纪90年代中期至今)

在亚洲(韩国、中国)、北美洲(美国)、大洋洲(澳大利亚)世界范围内掀起了建设高速铁路的热潮。主要体现在:①修建高速铁路得到了各国政府的大力支持,一般都有了全国性或地区性的整体修建规划,并按照规划逐步实施;②修建高速铁路的企业经济效益和社会效益,得到了更广泛层面的共识,特别是修建高速铁路在节约能源、减少土地使用面积、减少环境污染、交通安全等方面的社会效益显著,以及能够促进沿线地区经济发展、加快产业结构的调整等。

虽然日本新干线的速度优势不久之后就被法国的TGV超过,但是日本新干线拥有目前最为成熟的高速铁路商业运行经验——近50多年没有出过任何事故。而且新干线修建之后对于日本经济的拉动也是引起世界高速铁路建设狂潮的原因之一。日本的东京至(新)大阪东海道新干线仅用8年时间就收回全部投资。近50多年来,新干线技术不断进步,已经构成了日本国内铁路网的主干部分。

第一条TGV是1981年开通的巴黎至里昂线。此后不过几个月,TGV就打败法国航空拥有了这条线路的最大客源。

1972年的试验运行中,TGV创造了当时318 km的高速轮轨时速纪录。从此TGV一直牢牢占据高速轮轨的速度桂冠,目前的纪录是2007年创下的574.8 km/h。另外,法国境

内的加来至马赛 TGV 的平均时速超过 300 km,表现也非常稳定。

法国 TGV 的最大优势在于传统轮轨领域的技术领先。1996 年,欧盟各国的国有铁路公司经联合协商后确定采用法国技术作为全欧高速火车的技术标准,之后 TGV 技术被出口至韩国、西班牙和澳大利亚等国,是运用最广泛的高速轮轨技术。

德国的 ICE(Intercity Express)则是目前高速铁路中起步最晚的项目。ICE 的研究始于 1979 年,其内部制造原理和制式与法国 TGV 有很大相似之处,目前的最高时速是 1988 年创下的 409 km。德国与法国政府正在设计进行铁路对接,用各自的技术完成欧洲大陆上最大的两个国家铁路网的贯通,在此之后,德、法两国将构建极其方便快捷的短程高速交通系统。

ICE 起步较晚和进展比较落后的一个重要原因,是德国人在高速轮轨和磁悬浮的两线作战。由于磁悬浮在设计理念上的先天优势(没有固态摩擦),德国的常导高速磁悬浮一直是其铁路方面科研的重点。磁悬浮的设计理念与传统意义上的轮轨完全不同,因此当法国的 TGV 顺利投入运行,而且速度不亚于当时的磁悬浮时,德国人才开始在高速轮轨方面奋起直追,但是至今仍与法国 TGV 技术有不小的差距。

在认识到建造高速铁路的优势后,美国奋起直追,不仅保留了原计划拆除的东北走廊电气化设施,而且在引进 TGV 技术的基础上,研制了具有美国特色的高速列车 Acela,该列车连接了波士顿、纽约、费城、华盛顿,是美国唯一一条高速铁路。

4. 第四次浪潮

超级高铁是新一代高铁技术储备库,目前中国、日本和美国等国家正在研究。

2015 年 4 月 17 日,“日本超导磁悬浮列车创时速 590 km 新纪录”报道:日本山梨磁悬浮试验线今后将转为运营线路,作为磁悬浮中央新干线使用,最高运营速度定为 505 km/h。东京品川站至名古屋站之间的路段预定在 2027 年开始运营。

2015 年 7 月 4 日,“马斯克的超级高铁或先在亚洲建成”报道:2013 年,Elon Musk 提出超级高铁计划,他认为超级高铁可以 1200 km 的超高时速远距离运送乘客。

中国正在研发真空管道磁悬浮技术,时速可达 4000 km,能耗不到民航客机 1/10,噪声和废气污染及事故率接近于零,这是真空管道磁悬浮列车的惊人优势所在。

1.4 中国高速铁路的发展

中国铁路在速度方面上分为高速铁路(250~380 km/h)、快速铁路(160~250 km/h)、普速铁路(80~160 km/h)三级。

中国高速铁路(China railway high-speed,CRH)有两层含义:①技术标准的中国高铁是指中华人民共和国几次铁路大提速新建设计开行 250 km/h(含预留)及以上动车组列车,且初期运营速度不小于 200 km/h 的客运专线铁路;②路网建设的中国高铁是指中华人民共和国境内所有设计速度达到 200 km/h 及以上的新线铁路和部分经改造达标后的既有铁路。

1997 年(最高 140 km/h)、1998 年(最高 140~160 km/h)、2000 年、2001 年、2004 年(部分列车 200 km/h)和 2007 年(动车组),中国铁路进行了 6 次大提速。2007 年 4 月 18 日,第一列中国高速动车组列车从北京开出。第六次铁路大提速宣告了我国城际铁路高速化的时代已经到来。此次推出的 200~250 km/h 的动车组,在集成、牵引、制动、车体、走行以及网

络等关键技术上都有所创新。

1. 发展历程

中国高铁经历了预备阶段、过渡阶段、快速铁路阶段、高速铁路阶段和走出国门的发展历程。

(1) 预备阶段。1998年5月,广深铁路电气化提速改造完成,设计最高速度为200 km/h。为了研究通过摆式列车在中国铁路既有线实现提速至高速铁路的可行性,同年8月广深铁路率先使用向瑞典租赁的X2000摆式高速动车组。由于全线采用了众多达到20世纪90年代国际先进水平的技术和设备,因此当时广深铁路被视为中国由既有线改造踏入快速铁路和高速铁路的开端。1998年6月,“韶山”8型电力机车于京广铁路的区段试验中达到了240 km/h的速度,创下了当时的“中国铁路第一速”,成为中国第一种预备型高速铁路机车。

(2) 过渡阶段。中国铁路高速化的过渡阶段始于1999年兴建的秦沈客运专线,于2003年开通运营。秦沈客运专线是中国铁路第一条客运专线,全长404 km,是中国铁路步入高速化的起点、中国铁路里程碑式的建设线路,也是我国高速铁路网的重要组成部分。2002年,自主研制的“中华之星”动车组在秦沈客运专线创造了当时“中国铁路第一速”321.5 km/h。

(3) 快速铁路阶段。2004年1月,国务院常务会议讨论并原则通过历史上第一个《中长期铁路网规划》,以大气魄绘就了超过1.2万 km“四纵四横”快速客运专线网。

2004—2005年,中国北车长春客车股份、唐山客车公司、南车青岛四方,先后从加拿大庞巴迪、日本川崎重工、法国阿尔斯通和德国西门子引进技术,联合设计生产高速动车组。2007年4月18日,实施中国铁路第六次大提速和新的列车运行图,快速铁路达6003 km,采用CRH动车组。繁忙干线提速区段达到200~250 km/h的速度,这是世界铁路既有线提速最高值。

(4) 高速铁路阶段。2008年2月26日,中国铁道部和科技部签署计划共同研发运营时速380 km的新一代高速列车。同年8月1日,中国第一条具有完全自主知识产权国产“和谐号”CHR3型动车组列车、世界水平的350 km/h高速铁路京津城际铁路通车运营,极大地缩短了我国两大直辖市之间的时空距离,也创造了394.3 km/h的纪录。随后,京广高铁武广段、郑西高铁、沪宁高铁、沪杭高铁、京沪高铁等高速铁路先后建成通车。图1-1为“和谐号”动车。



图 1-1 中国“和谐号”动车

2009年12月26日,世界上一次建成里程最长、工程类型最复杂的350 km/h武广高铁开通运营。

2010年2月6日,世界首条修建在湿陷性黄土地区,连接中国中部和西部的350 km/h郑西高速铁路开通运营。

2011年6月30日,中国建设里程最长、投资最大、标准最高的高速铁路京沪高铁正式开通运营。京沪高铁最高速度可达到380 km/h,设计运行速度为350 km/h,全线共设21个车站,自北京南站至上海虹桥站只需4.5 h即可抵达。为减少对耕地的占用,京沪高铁80%的线路是桥梁结构,特别是长度超过1 km的特大铁路桥被普遍应用。

2012年12月1日,世界上第一条地处高寒地区的高铁线路——哈大高铁正式通车运营,全长921 km的高铁线路,将东北三省主要城市连为一线,从哈尔滨到大连冬季只需4 h 40 min。哈大高铁以冬季速度200 km/h的“中国速度”行驶在高寒地区,成为一道亮丽的风景线。

2014年11月25日,装载“中国创造”牵引电传动系统和网络控制系统的中国北车CRH5A型动车组进入“5000 km正线试验”的最后阶段。这是国内首列实现牵引电传动系统和网络控制系统完全自主创新的高速动车组,标志着中国高铁列车核心技术正实现由“国产化”向“自主化”的转变,中国高铁列车实现由“中国制造”向“中国创造”的跨越,将大力提升中国高铁列车的核心创造能力,夯实中国高铁走出去的底气。

2021年,中国铁路新线投产规模创历史最高纪录,铁路营业里程突破15万 km。高速铁路营业里程超过4万 km,稳居世界第一。

(5)“复兴号”阶段。新一代标准动车组“复兴号”是中国自主研发、具有完全知识产权的新一代高速列车,它集成了大量现代国产高新技术,牵引、制动、网络、转向架、轮轴等关键技术实现重要突破,是中国科技创新的又一重大成果。“复兴号”运营最高速度可达400 km/h,标准速度为350 km/h,是世界上最快的运营高速列车。图1-2为复兴号CR400AF型电力动车组,外号“红飞龙”。

“复兴号”与“和谐号”相比主要有以下差别。

首先,在知识产权上,“复兴号”不同于“和谐号”,是我国具有完全知识产权的高速列车;其次,在速度上,“复兴号”京沪高速铁路的速度是最快的,标准速度在350 km/h,其他高速动车速度在300 km/h;再有,在使用寿命上,“复兴号”无论是设备上,还是造车身设计,都是最为先进的,其使用寿命可达30年;在使用感上,“复兴号”使用起来更方便、更舒适。比如,座椅之间的距离更大,每个座位都有充电插座,全车都有WiFi覆盖。



图1-2 “复兴号”CR400AF型电力动车组

2016年7月,中国标准动车组试验最高速度实现420 km/h。2017年6月25日,中国标准动车组正式被命名为“复兴号”,次日,“复兴号”在上海虹桥站、北京南站双向首发。同年的9月21日,“复兴号”率先恢复350 km/h的运营速度,使中国再次成为世界上高速运营速度最快的国家。

2021年6月25日,随着拉萨至林芝铁路开通运营,“复兴号”高原内电双源动车组开进

西藏,历史性地实现“复兴号”对 31 个省(区、市)的全覆盖。已投用 19 款车型,速度覆盖 160~350 km/h 不同等级,包括 8~18 辆多种编组型式,可适应 -40℃ 高寒地区和海拔 5100 m 高原地区不同运用环境。根据不同地区、不同行驶环境,配备相应标准动车组。

2019 年年底,我国第一条智能化高铁线路——京张高铁正式开通。具有完全自主知识产权的“复兴号”智能动车组率先在京张高铁投用,与标准版“复兴号”动车组相比,增加了旅客服务、列车运行、安全监控等方面的智能化功能,受到广大旅客和列车运营维护人员的欢迎。

截至 2021 年 6 月,“复兴号”智能动车组扩大至京沪、京广、京哈、徐兰及成渝高铁开行,覆盖京、津、冀、辽、吉、黑、沪等 18 个省级行政区,辐射京津冀、长三角、粤港澳大湾区及成渝双城经济圈等地区。与京张高铁投用的“复兴号”智能动车组相比,新投用的“复兴号”智能动车组再一次进行了优化升级,不仅能够提供智能化的旅客服务,还能够实现智能运维、智能行车。

(6) 走出国门。中国已经成功拥有世界先进的高铁集成技术、施工技术、装备制造技术和运营管理技术,具有组团出海的实力,可以挑战任何竞争对手。中国高铁具有三大优势:技术先进、安全可靠;价格低、性价比高;运营经验丰富,中国每建设一条铁路其标准至少保证 20 年不落后。

中国高速列车保有量 3375 多列,为世界最多;列车覆盖 200~380 km/h 各个速度等级,种类最全。施工成本和效率方面,中国企业更具优势。据测算,国外企业修建高铁平均成本为 0.5 亿美元/km 以上,中国只需约一半,且中国企业的工期短,施工效率又是外国企业的一倍以上,成本低,标准却更高。安全性能上,中国标准与欧洲标准基本一致,施工标准远高于欧标。中国铁路装备最大的优势,一是性价比高,二是交货能力强。

近年来,中国高铁已成为中国最新科技大幅进军海外的标杆,在海外高歌猛进,凭借高性价比和成功的运营经验,在全球市场接连斩获订单,如土耳其安伊高铁、莫斯科—喀山高铁等。有数据显示,中国中车的业务量在铁路装备行业、轨道交通装备行业已居全球第一,中国高铁占世界超过 30% 的市场份额。

2. 发展规划

2016 年 7 月,国家发展改革委、交通运输部、中国铁路总公司联合发布了《中长期铁路网规划》(以下简称《规划》),勾画了新时期“八纵八横”高速铁路网的宏大蓝图。根据《规划》提出的发展目标,到 2025 年,铁路网规模达到 17.5 万公里左右,其中高速铁路 3.8 万公里左右,网络覆盖进一步扩大,路网结构更加优化,骨干作用更加显著,更好发挥铁路对经济社会发展的保障作用。

展望到 2030 年,基本实现内外互联互通、区际多路畅通、省会高铁连通、地市快速通达、县域基本覆盖。

“八纵”通道包括沿海通道、京沪通道、京港(台)通道、京哈—京港澳通道、呼南通道、京昆通道、包(银)海通道、兰(西)广通道。

(1) 沿海通道。大连(丹东)—秦皇岛—天津—东营—潍坊—青岛(烟台)—连云港—盐城—南通—上海—宁波—福州—厦门—深圳—湛江—北海(防城港)高速铁路(其中青岛至盐城段利用青连、连盐铁路,南通至上海段利用沪通铁路),连接东部沿海地区,贯通京津冀、辽中南、山东半岛、东陇海、长三角、海峡西岸、珠三角、北部湾等城市群。

(2) 京沪通道。北京—天津—济南—南京—上海(杭州)高速铁路,包括南京—杭州、蚌