

第一章 绪论

高速铁路是当今世界集高新技术于一身的重大技术成就，既具有基础设施的高标准建造特点，也满足动车组移动装备的高速度要求，更满足把车、地、通信、信号、自动控制和调度指挥合为一体的系统集成的核心技术要求。高速铁路是社会经济发展和运输市场竞争的需要，它促进了地区经济的发展和城市化进程，对经济发达、人口密集地区的经济效益和社会效益的作用尤为突出。自 20 世纪初至 50 年代，德国、法国、日本等国均开展了大量的有关高速列车的理论研究和试验工作。1903 年 10 月 27 日，德国人用电动车首创了试验速度达 210 km/h 的世界纪录；1955 年 3 月 28 日，法国人用 2 台电力机车牵引 3 辆客车，使试验速度达到了 331 km/h，但直到 20 世纪 60 年代，高速铁路技术才进入实际运用阶段。

高速铁路的概念是相对的、不断发展变化的，各国的标准也不一样。国际铁路联盟（UIC）规定的高速铁路是指通过改造原有线路（直线化、轨距标准化），使营运速率达到 200 km/h 及以上，或者专门修建新的“高速新线”，使营运速率达到 250 km/h 及以上的铁路系统。我国对“高速铁路”的定义分为两部分：一是指既有线改造达到 200 km/h 和新建时速达到 200 ~ 250 km 的线路，在这部分线路上运营的时速不超过 250 km 的高速列车称为“动车组（D 车）”，以及按 D 车模式运行的跨线 G 车，同时可执行普通客运列车及少量货运列车作业的运营模式；二是指新建的时速达到 300 ~ 350 km 的线路，这部分线路上运营时速达到 300 km 及以上的“高速动车组（G 车）”以及最高速达 300 km/h 的 D 车。

高速铁路除了列车营运速度需达到一定标准外，车辆、路轨、操作也均需要配合提升。

第一节 国外高速铁路发展概述

一、日本新干线

1. 日本高速铁路的发展历史

日本是世界上第一个建成实用高速铁路的国家。1964 年 10 月 1 日东海道新干线正式营业，代表着当时世界第一流的高速铁路技术水平，标志着世界高速铁路由试验阶段跨入商业运营阶段。刚开通时高速列车运行速度为 210 km/h，从东京至大阪间旅行时间由 6 h30 min 缩短到 3 h。东海道新干线投入运营后，高速列车的客运市场占有率迅速上升，每天平均运送旅客达 36 万人次，年运输量达 1.2 亿人次，取得了预期的经济效益。

1975 年山阳新干线通车营业，列车最高速度 270 km/h；1982 年上越新干线通车营业，列车最高速度 240 km/h；1985 年东北新干线通车营业，列车最高速度 240 km/h；1997 年长野新干线通车营业，列车最高速度 260 km/h。

2011年3月5日，日本新干线速度最快的列车“隼鸟号”(见图1-1)投入运营。其运行在首都东京与北部城市青森之间，最快运行速度可达320 km/h。



图 1-1 日本“隼鸟号”高速铁路列车

2018年2月17日，日本JR东海铁路公司公开了最新型子弹头列车N700S，如图1-2所示。N700S系列车于2019年3月20日投入试行，并拟在2020年东京奥运揭幕时正式通车。N700S系列车车头仍采用方头车型设计，但是将车头（尾）两侧车灯处的造型略做修改，变得微微向上“扬起”，这样既能增强车尾在急弯处的稳定性，也能抑制进入隧道时的爆音。N700S系首次使用LED头灯、白色加蓝线的车身，在车身侧面增加一个金色“S”标志，意为“supreme”(至尊)。N700S系列车环境、安全性能及监视机能加强，驱动系统亦小型化，耗电量比现行的N700A系列车减少约7%。此外，N700S系列车的车内装修采用豪华设计，每一节车厢的每一个座位均配置电源插座，如图1-3所示。



图 1-2 日本 N700S 系列车



图 1-3 日本 N700S 系列车座椅

2. 运输组织特点

日本新干线全部为新建客运专线，与既有铁路走向相区分。且在白天行车以及夜间维修。由于只开行高速列车，运输组织工作较为简便。

3. 运营组织特点

(1) 营销措施。发行上班族、学生用的月票，推销“买 10 送 1”的优惠次数票。

(2) 方便的换乘条件。新干线的车站设置最大可能地方便旅客集结，疏散和换乘。一般中间站均与既有车站共站而设，使旅客在两线之间方便换乘，同时利用城市交通网，与地铁、有轨交通、市郊列车等共站。

二、法国高速铁路

(一) 法国高速铁路的发展历史

法国高速铁路 (TGV) 建成于 1981 年，最早在巴黎与里昂之间穿梭，现已形成了以巴黎为中心向外辐射的东南线、大西洋线、北方线、东南延伸线 (或称罗纳河—阿尔卑斯线)、巴黎地区联络线、地中海线和欧洲东部线共 7 条交通主干线，可覆盖达 50 多个城市，并延伸到英国、荷兰、比利时、瑞士等邻近国家，是全球最快的高速列车之一。

(二) 运输组织特点

1. 新旧线兼容

为了扩大高速列车的服务范围以吸引客流，法国 TGV 高速列车不但在高速铁路新线上运行，还可运行在既有线上，包括经过改造、允许速度达到和超过 200 km/h 的新线以及未经

过改造、允许速度低于 200 km/h 的既有线。新线及既有线统称为 TGV 线路，总长约 7 000 km，TGV 运输运量占法国国营铁路总运量的 63%。TGV 东南线自 1981 年投入商业运营以来，运量增长了 90%。此模式适用于与普通线路相衔接的高速客运专线。

2. “纯高速”模式

在高速线上只运行 TGV 高速列车，这种模式适用于新建的客运专线。

（三）运营组织特点

1. 灵活的票价制度

法国高铁在出发前提早 90 天开始售票，订票越早，价格相对越便宜；将一周的 7 天时间分为“白色时段”和“蓝色时段”，除星期一上午、星期五和星期天下午是白色时段，其他时间可享受 30% 或以上的折扣；在官网上进行季度性促销，这些优惠票通常只在网站上销售；另外，常年为 25 周岁及其以下的年轻人提供青年卡，为 65 岁以上的老年人提供老年卡，给 5 个人及其以上的家庭提供家庭出行卡，在非高峰时段几乎可以享受票价一半的优惠，经常出差的上班族则可购买月票式的公务卡。

2. 推出廉价高铁

法国国营铁路公司投入新型的 4 组双层列车，适当提高车厢的载客量，从 1 000 个座位提升到 1 268 个，取消餐车区，并不再区分座位等级。每个人仅限携带一件行李放于座位底下，超出部分需另外付款。购票只能在网上完成，售出后不退不换。廉价高铁不从巴黎的主要火车站发出，而是从靠近迪士尼乐园的近郊火车站发出，既不干扰现有火车运行网络，也能缩短行车时间。每年有至少 100 万乘客可以享受到 25 欧元以下的票价，其中有 40 万张的车票价格为 10 欧元，由成人陪伴的 12 岁以下儿童票价仅为 5 欧元，相比传统高铁大概 100 欧元的票价，廉价高铁的票价仅为它的 1/10 ~ 1/4。

三、德国高速铁路

（一）德国高速铁路的发展历史

德国高速铁路称为 ICE，即“城际高速铁路”，是连接城市，解决人员、货物运输的交通工具，它将德国国内 130 多个大小城市连为一体，对人员和信息的往来与交流，以及经济建设发挥了极其重要的作用。

目前，高速铁路具有磁悬浮技术和传统的轮轨技术。过去的一段时间内德国政府一直比较重视相对先进的磁悬浮技术，但由于磁悬浮铁路造价昂贵，并与现有铁路无法接轨，因此德国政府一直未将依靠磁悬浮技术的高铁投入商业运营中。使用传统轮轨技术的 ICE-V 列车

也一直处于试验阶段，直到 1981 年法国的 TGV 列车用事实证明高速火车在商业领域的成功，德国才开始准备把此种列车投入高速列车的研究和运营中。

1991 年，首个 ICE 列车正式运营并开通了两条线路：一条是从汉诺威直达巴伐利亚州的重镇维尔茨堡铁路线，全长 327 km；另一条是从曼海姆至斯图加特的线路，全长 99 km。之后，德国高速铁路迅速发展，在 1998 年、2002 年、2006 年和 2007 年分别开通了高速铁路线。德国新建和改建的高速铁路线总长已达 1 560 km。德国铁路公司声称，自 1991 年投入运营以来，高速铁路的运营里程已经达到相当于从地球到太阳往返 3 次的里程。虽然德国在全面掌握高速铁路技术方面比日、法两国要晚，但是其独特的技术已经能与日法两国相媲美。

（二）运输组织特点

1. 新旧线混用

德国铁路的高速网是由改造的旧线（最高速度 200 km/h）和新建高速线（最高速度 250 ~ 300 km/h）混合组成的。德国既有铁路的线路质量一般较高，允许运营 160 ~ 200 km/h 城间快速 IC 列车。在此种国情下，德国发展高速铁路时，不会脱离原有铁路网的基础，也不会不重视原有城市间的基本客流，更不会放弃大量的货运市场。

2. 客货混运

德国高速铁路的建设还特别强调扩大货物运输能力，改善运输质量和消除运输瓶颈地段，因此采用客货混运的运输方式，在高速线路上既需运行 ICE 列车，也需运行货物列车，还需运行地区和短途客运列车。所以这些高速线路运输活动非常繁忙，甚至超负荷。德国高速铁路运营经验表明，客货列车混运时货物列车（轴重 22.5 t）对线路加重破坏的现象较不明显，对其维修量的增加也并不显著。但从运营的角度来说，在同一时间段里客货混运较差，因速度相差大，影响高速铁路的能力发挥，因此一般采用客货列车分时运行，昼间运行客车，夜间运行货车。

3. 固定模式运行

德国的 ICE 动车组在 6:00—24:00 实行节拍运输，即按固定的且相等的运行间隔开行。在白天每条线上每方向约开行 15 列列车。这些动车组实行运行间隔在过去大多是 1 h，目前根据运量需要部分区段出现 30 min 的节拍运输，在一些运量小的区段则采用 2 h 间隔的节拍运输。这种运输方式，对大多数旅客来说全天能提供均衡而最佳的列车。节拍时间容易记忆，便于旅客对车次的选择。

（三）运营组织特点

1. 灵活的票价政策

德国铁路的客运票价由客运公司营销部门负责，根据列车等级制定不同的客票价格，其中 ICE 列车的票价远高于其他列车。在客票的价格政策上采用灵活机制，以市场需求为导向。

其票价制度的特点是：以旅客需求为出发点，根据不同的旅客群、不同的时间和地点对同一产品采取不同的销售价格。德国铁路的客票定价系统具有以下特点：

(1) 运价率。运价率实行递远递减，旅行距离越长，单位距离票价越低。

(2) 车票优惠。对旅行距离在 100 km 以上的旅客，按提前购票天数执行限额销售优惠价购票；对同时旅行但是同行人数不同的乘客分别给予不同程度的优惠票价。

(3) 免费乘车。对与成人同行的 14 岁以下儿童实行免费，短途旅客下车后可凭火车票任意免费搭乘市郊的轻轨、公共汽车等交通工具。

2. 完善的营销机制

在客运营销方面，德国铁路公司更关注客票的多样化，以适合各种消费人群。为了适应激烈的竞争，德国铁路公司不断推出新的客票种类，如特价票、通票、年票、团体票等。

3. 多方位的营销渠道

德国铁路在全国分有 4 个售票管理中心、33 个分处管辖 720 个车站售票点，有 4 300 名售票员，车站售票只设在大站。每年人工售票大约 27 亿欧元。近年来的发展趋势是尽量减少人工售票，以减少人工费用支出。另外，德国铁路公司的客票营销组织按旅客不同的需求推出不同营销渠道方案，除了车站人工售票，还提供有 7 种主要的营销渠道：旅行中心、自动售票机、获得德国铁路公司许可证的旅行社、互联网系统、车上售票系统、订票中心和呼叫中心。

第二节 高速铁路的技术经济特征

高速铁路是基于传统轮轨交通工具的基础之上，广泛运用现代高新技术发展起来的产物。其技术充分发挥了既先进又实用的特点，虽源于传统铁路，但借助于多项高新技术，已形成一种能与既有路网兼容的新型交通系统，是当代科学技术进步与经济发达的象征。

高速铁路是高新技术在铁路上的集中反映，它使交通运输结构发生了新的重大变化，是当代经济、社会、科技、交通发展的必然产物，是世界“交通革命”的一个重要标志。高速铁路与公路、航空等运输方式相比，具有输送能力大、安全可靠，在一定旅行距离内可节省时间，旅行舒适度高，较少受气候变化的影响，又节省石油和土地资源，保护生态环境，摆脱交通堵塞等优势。高速铁路是解决大通道上大量旅客快速输送问题的最有效途径，已成为世界铁路的普遍发展趋势。高速铁路具有一系列技术经济优势，主要表现在以下几个方面：

1. 速度快

速度是高速铁路技术水平的最主要标志，各国都在不断提高列车的运营速度。法国继 1990 年 5 月创造的试验速度 515.3 km/h 的世界纪录后，其地中海新干线建成并构成了由加来至马赛全长 1 067.2 km 的高速线路；2001 年 5 月 26 日，法国组织了不停车高速运行 1 000 km 以上的试验，前 1 000 km 只用了 3 h 9 min，平均运行速度达到 317.46 km/h（全程历时约 3.5 h，

平均运行速度 305 km/h), 最高运行速度达到 366.6 km/h。法国、日本、德国、西班牙和意大利高速列车的最高运营时速分别达到 350 km、300 km、280 km、270 km 和 250 km。除最高运营速度外, 旅客更关心的是旅行速度。因为旅行速度直接决定了旅客全程的旅行时间, 高速列车可以大大缩短全程旅行时间。运营速度为 250 ~ 300 km/h 的高速铁路, 与公路 (100 km/h)、航空 (700 km/h) 的旅行时间相比, 分别在运距 250 ~ 600 km 和 200 ~ 800 km 的范围内具有明显优势。如果考虑到高速列车的安全、方便、舒适、票价等优点, 其“优势运距”还可延伸。

2. 安全性高

高速铁路必须高度重视行车安全。各国高速铁路除采用一系列现代化的先进技术设备构成的安全监控系统外, 在运输组织中对涉及行车安全的各个环节还必须配备一套十分严密的管理制度, 有关运输设备与设施必须科学地进行养护与维修, 与行车有关的操作人员都必须事先进行岗位培训, 持证上岗。先进的技术设备及其安全保障系统只能起到防止事故的作用, 而严密的管理才能减少和杜绝事故的发生。

高速铁路在国外已有 52 年安全运营的实践, 除德国 1998 年 6 月 3 日发生翻车事故 (死亡 101 人)、日本 2004 年 10 月 23 日在新瀉地震中首次发生运行中的新干线列车脱轨的严重事故 (无人员死亡)、西班牙 2013 年 7 月 24 日在加利西亚省圣地亚哥附近发生的列车脱轨事故 (死亡 80 人) 外, 目前尚未发生其他乘客伤亡事故。我国 2011 年 7 月 23 日甬温事故中死亡 40 人。相比之下, 高速铁路可称得上是当今世界上安全的现代高速交通运输方式。

3. 列车运行准点率高

正点率是高速铁路系统设备可靠性和运输组织水平的综合反映, 也是运输服务质量的核心。只有列车始发、运行和终到正点, 旅客才能有效安排出行时间, 因此旅客十分看重正点率。各国都十分重视高速列车的正点率问题, 并以此作为与其他交通运输方式相竞争的重要手段。西班牙规定高速列车晚点超过 5 min 则需退还旅客的全额车票费; 日本规定到发超过 1 min 就算晚点, 晚点超过 2 h 就要退还旅客的加快费。在列车正点率方面对旅客有所承诺, 不但在市场竞争中赢得了旅客的信任, 同时也强化了自身的管理工作。西班牙高速铁路自投入运营以来, 列车正点率高达 99.6% 以上, 很少发生过赔付事件 (退款只占总收入的 0.2%)。日本东海道新干线列车平均误点时间只有 0.3 min。

4. 输送能力大

列车间的间隔越小, 运行密度越大, 为旅客提供的服务频率越高, 旅客等待乘车的时间就越短, 则能吸引更多的客流。列车密度主要决定于最小行车间隔时间, 客运专线 (高速铁路) 最小行车间隔时间技术设备可以达到 3 min。以日本东海道新干线为例: 日本东海道新干线高峰期发车间隔为 3.5 min, 平均每小时发车达 11 列, 在东京与新大阪间的 2.5 h 的运行路程中, 开行“希望”号 1 列、只停大站的“光”号 7 列以及各站均停的“回声”号 3 列, 每列车可载客 1 200 ~ 1 300 人, 年均输送旅客达 1.2 亿人次。相比较而言, 4 车道高速公路年均单向输送能力为 8 760 万人; 目前最大的飞机可乘坐 300 ~ 400 人/架, 两地飞行按单向

每天 20 架计算，每天单向输送旅客仅 7 000 ~ 8 000 人。

5. 能耗低

能耗高低是评价交通运输方式优劣的重要经济技术指标之一。根据有关方面的统计，各种交通运输工具平均每人千米的能耗：飞机 2 998.8 J，大轿车 583.8 J，小轿车 3 309.6 J，普通铁路 403.2 J，高速铁路 571.2 J。如果普通铁路每人千米的能耗为 1.0，则高速铁路为 1.42，大轿车为 1.45，小汽车为 8.2，飞机为 7.44。汽车、飞机均使用的是不可再生的一次能源——汽油或柴油（现代新型节能汽车尚未批量投入运用），而高速铁路使用的是二次能源——电力。随着水电、太阳能、风能和核电等新型能源的发展，高速铁路在能源消耗方面的优势还将更加突出。这也是在当今石油等能源紧张的情况下，世界各国选择发展高速铁路的重要原因之一。

6. 环境污染小

当今，环境保护是关系人类生存的全球性紧迫问题，交通运输与生态环境密切相关。交通运输对环境的污染主要在于废气和噪声方面。据统计，在旅客运输中，各种交通运输工具一氧化碳等有害物质的换算排放量分别为：公路 0.902 kg/(人·km)，铁路 0.109 kg/(人·km)，客机 635 kg/h（另有二氧化碳 46.8 kg/h，三氧化硫 15 kg/h），这些有害物质在大气中一般需停留 2 年以上，是造成大面积酸雨、植被生态遭到破坏和建筑物遭受侵蚀的主要原因。而高速铁路由于实现了电气化，使铁路基本消除了粉尘、油烟和其他废气污染。另外，在噪声污染方面，日本曾经的航空运输每千人千米产生的噪声为 1，大轿车为 0.2，而高速铁路仅为 0.1。从以上数据可以看出，在现代交通运输中，航空和汽车运输造成的环境污染越来越大。而长期生活在噪声环境中，会使人的听觉器官受到损害，甚至导致耳聋。因此，法、日等国均在高速铁路两侧修建隔音墙以降低噪声。人们越来越认识到，为防止地球上臭氧层被破坏而造成的气候异常现象，应大力发展使用清洁能源的交通工具，减少飞机和汽车排放的废气，加大城市轨道交通和高速铁路发展的力度。

7. 服务质量高

高质量服务必须要有完善的客运服务系统作保证。客运服务系统是指直接面向旅客，为其在旅行过程中提供方便、周到的服务而设置的设施及系统。高速旅客列车不仅设施先进，运行平稳，而且火车上有飞机和汽车无法比拟的个人活动空间，甚至可以提供会议、娱乐、观光等条件。

第三节 我国高速铁路发展规划

2004 年 1 月，国务院通过《中长期铁路网规划》，确定“扩大规模、完善结构、提高质量、快速扩充运输能力、迅速提高装备水平”的铁路网发展目标。这份纲领性文件，促使青藏铁路提前一年建成通车，指导全国铁路第六次大面积提速的成功实施，使大秦铁路突破世

界重载运量极限，更推动京津城际铁路开通运营，开辟了中国高速铁路的新纪元。

2008年10月，国家发展和改革委员会批准《中长期铁路网规划（2008年调整）》，原《中长期铁路网规划》正式被新的《中长期铁路网规划（2008年调整）》所取代。新规划将进一步扩大路网规模，完善布局结构，提高运输质量，达到原规划快速扩充运输能力、迅速提高装备水平的要求。

2016年7月，国家发改委、交通运输部、中国铁路总公司联合印发《中长期铁路网规划》（2016—2025）。在规划中提出高速铁路网：为满足快速增长的客运需求，优化拓展区域发展空间，在“四纵四横”高速铁路的基础上，增加客流支撑、标准适宜、发展需要的高速铁路，部分利用时速200 km铁路，形成以“八纵八横”主通道为骨架、区域连接线衔接、城际铁路补充的高速铁路网，实现省会城市高速铁路通达、区际之间高效便捷相连。

一、“八纵八横”主通道

（一）“八纵”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）。

沿海通道主要连接东部沿海地区，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、蚌埠—合肥—杭州高速铁路，同时通过北京—天津—东营—潍坊—临沂—淮安—扬州—南通—上海高速铁路。

京沪通道主要连接华北、华东地区，贯通京津冀、长三角等城市群。

3. 京港（台）通道

北京—衡水—菏泽—商丘—阜阳—合肥（黄冈）—九江—南昌—赣州—深圳—香港（九龙）高速铁路；另一支线为合肥—福州—台北高速铁路，包括南昌—福州（莆田）铁路。

京港（台）通道主要连接华北、华中、华东、华南地区，贯通京津冀、长江中游、海峡西岸、珠三角等城市群。

4. 京哈—京港澳通道

哈尔滨—长春—沈阳—北京—石家庄—郑州—武汉—长沙—广州—深圳—香港高速铁路，包括广州—珠海—澳门高速铁路。

京哈—京港澳通道主要连接东北、华北、华中、华南、港澳地区，贯通哈长、辽中南、京津冀、中原、长江中游、珠三角等城市群。

5. 呼南通道

呼和浩特—大同—太原—郑州—襄阳—常德—益阳—邵阳—永州—桂林—南宁高速铁路。呼南通道主要连接华北、中原、华中、华南地区，贯通呼包鄂榆、山西中部、中原、长江中游、北部湾等城市群。

6. 京昆通道

北京—石家庄—太原—西安—成都（重庆）—昆明高速铁路，包括北京—张家口—大同—太原高速铁路。

京昆通道主要连接华北、西北、西南地区，贯通京津冀、太原、关中平原、成渝、滇中等城市群。

7. 包（银）通道

包头—延安—西安—重庆—贵阳—南宁—湛江—海口（三亚）高速铁路，包括银川—西安以及海南环岛高速铁路。

包（银）海通道主要连接西北、西南、华南地区，贯通呼包鄂、宁夏沿黄、关中平原、成渝、黔中、北部湾等城市群。

8. 兰（西）广通道

兰州（西宁）—成都（重庆）—贵阳—广州高速铁路。

兰（西）广通道主要连接西北、西南、华南地区，贯通兰西、成渝、黔中、珠三角等城市群。

（二）“八横”通道

1. 绥满通道

绥芬河—牡丹江—哈尔滨—齐齐哈尔—海拉尔—满洲里高速铁路。

绥满通道主要连接黑龙江及蒙东地区。

2. 京兰通道

北京—呼和浩特—银川—兰州高速铁路。

京兰通道主要连接华北、西北地区，贯通京津冀、呼包鄂、宁夏沿黄、兰西等城市群。

3. 青银通道