

第一章 绪 章

巍巍群峰攀云天，九曲十折漫漫路。车轮滚滚联殊途，汽笛声声谱华章。自两千多年前古希腊人使用马拉车沿着木制轨道运行开始，轨道交通便走入了人类的生活并自此影响改变着整个世界。

轨道交通从狭义上是指一种以具有轮对的车辆沿铁路轨道运行，以达到运送旅客或货物目的的陆上运输方式。而广义的轨道交通则包括了磁浮列车、缆车、索道等并非使用车轮形式，但仍沿特定轨道运行的运输方式。

在中国，轨道交通一般指铁路和城市轨道交通。中国的铁路建设始于晚清时期，对中国社会发展产生了深远的影响并在经济、军事等方面起到了重要的作用。目前，中国大陆拥有世界上第二大铁路系统，铁路里程已达 12.1 万千米；其中高速铁路 1.9 万千米位居世界第一位（《中长期铁路网规划》）。依据《中华人民共和国国家标准城市轨道交通技术规范》（GB 50490-2009），“城市轨道交通”的定义是：“采用专用轨道导向运行的城市公共客运交通系统，包括地铁系统、轻轨系统、单轨系统、有轨电车、磁浮系统、自动导向轨道系统、市域快速轨道系统。”20 世纪初在天津、上海等少数城市已经出现了有轨电车，这也被视为中国早期城市轨道交通的雏形。但现代化的城市轨道交通系统则起于 20 世纪 60 年代，北京是中国第一个建设地铁的城市。由于过去经济实力和技术水平的限制，中国城市轨道交通建设较为缓慢。在 1990 年，中国大陆地区仅有北京、天津两个城市拥有轨道交通线路。

直到 2000 年前，在中国大陆地区也只有北京、上海、广州三个城市拥有现代化的轨道交通线路。随着经济发展和城市化进程的不断加快，中国城市轨道交通在 2000 年后得到了迅猛发展，目前已经成为了世界上城市轨道交通发展最快的国家。截至 2015 年年底，中国已有 27 个城市建成运营城市轨道交通系统，其中内地城市 24 个，港澳台地区 3 个，已投入运营的城市轨道交通线路共计 110 条，总运营里程达 3375.9 千米，运营车站共计 2263 座，北京、上海轨道交通运营里程都已经分别超过了 500 千米。^①

第一节 铁 路

铁路是目前最有效的陆上交通方式。铁轨能提供极光滑和坚硬的媒介让列车的车轮在上面以极小的摩擦力滚动，列车上的乘客会感到更为舒适。同时由于铁轨能平均分散列车的重量，列车的载重力也大大提高。如果配置得当，铁路运输会比其他路面运输方式节省五至七成能量。另外，铁路平均每亿客公里的死亡率是公路交通事故死亡人数的几十分之一到几百分之一，因此铁路被视为最安全的交通运输方式。

一、国外铁路发展概况

希腊是第一个拥有路轨运输的国家，早在两千多年前就已经出现了马拉车沿着轨道运行的交通方式。第一台取得成功的蒸汽机车是乔治·史蒂芬孙在 1814 年建造的“火箭号”。1825 年，英格兰的史托顿与达

^① 澎湃新闻. 中国 27 城开通轨交：运营线路上海最长，南京取代深圳进前五.
[2016-07-06] http://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_1417360.

灵顿铁路成为第一条成功的蒸汽机车铁路，后来的利物浦与曼彻斯特铁路更显示出了巨大的发展潜力。很快铁路便在世界各地通行起来，1930年美国南卡罗来纳铁路成为继英国利物浦—曼彻斯特铁路后世界上第二条蒸汽机车牵引的经营性铁路。1933年美国又建成了当时世界上最长的查尔斯顿到汉堡的217千米铁路。从1830年到1930年的100年间，美国修建了60余万千米的铁路。铁路成为最受欢迎的，也是最舒适的一种旅行方式。



图 1.1 轨道马车^①

① Aktron. Brno , Horse tram in Brno heading from main train station. [2016-07-19]
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brno,_Brno_M%C4%9Bsto,_historick%C3%A1_ko%C5%88sk%C3%A1_tramvaj.jpg.

004 轨道交通

昨天的辉煌，今天的重任，明天的浪漫



图 1.2 1944 年的火车^①

欧洲修建铁路的高潮一直持续到 20 世纪初。英国作为现代铁路的发源地，1890 年已在全国建成了铁路网，线路总长度达 32 000 千米；法国 1870 年铁路运营里程达到了 17 400 千米，1921 年达到高峰的 41 900 千米；德国 1913 年铁路路网规模达到最大的 61 100 千米；其他欧洲国家的铁路也有类似的迅猛发展势头。

亚洲的铁路修建要晚于欧美各国。亚洲最早修建铁路的国家是印度，在当时英国的殖民统治下，印度的第一条铁路于 1853 年开始修建，从孟买到塔纳全长 34 千米。巴基斯坦的第一条铁路是在 1861 年建成

^① Dianna. Jews from Carpathian Ruthenia arrive at Auschwitz-Birkenau. [2016-07-19] http://www.yadvashem.org/yv/en/exhibitions/album_auschwitz/arrival.asp.

通车，全长 169 千米，使用了 1676 毫米的宽轨距。伊朗第一条铁路是由法国人修建的，从德黑兰到雷伊，长 8 千米，轨距 1000 毫米，1892 年通车。日本第一条铁路是从东京到横滨，于 1869 年开始修建，全长 29 千米，由英国贷款。1886 年日本掀起了私人修建铁路的热潮，到 1892 年已有私营铁路公司 50 家。1906 年日本政府颁布《铁道国有法》，将 17 家私有铁路公司的 4 834 千米铁路收归国有。

19 世纪末，著名发明家爱迪生发明了第一条实验性电气化铁道，开创了电力牵引的新时代并大大推动了世界铁路技术的发展。随着世界范围的铁路大发展，铁路的运营速度也不断地被刷新。1900 年英国伦敦到爱丁堡的铁路全长 635 千米，停靠 3 个站，旅客列车运行时速达到了 83.2 千米。同年，在法国巴黎到加莱全长 298 千米的铁路上，旅客列车的运行时速达到了 85.1 千米。当时铁路技术取得的两项重大进展均在德国发生：一项为 1907 年德国菲机车工厂设计制造的 4-4-4 轮列 S2/6 型蒸汽机车牵引着 4 节车厢在巴伐利亚铁路上创造了 154.5 千米的最高时速。另一项发生在 1903 年 10 月 27 日，德国 AEG 公司

006 轨道交通

昨天的辉煌，今天的重任，明天的浪漫

设计生产的三项电力轨道动车创造了 210 千米的世界铁路最高时速记录。但限于当时的技术水平，这种电力动车必须有三根接触导线给动车三相电机受流，结构太复杂，也无法通过道岔，因此尚不能用于实际运营。



图 1.3 美国铁路ACS-64 型电力机车^①

飞机和汽车的发明降低了铁路的重要性。美国铁路客运从 1920 年的 300 亿人次下降到了 1928 年的 200 亿人次，之后也一直呈下跌趋

^① Nathan D. Holmes. Amtrak 601, a Siemens ACS-64, awaits delivery to the Transportation Test Center at Avondale. [2016-07-20] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amtrak_ACS-64_601.jpg.

势，直到第二次世界大战爆发。在这期间，由于汽油定量配给，铁路的客运比重得到了回升。但随着战争的结束、小汽车生产的恢复、汽油供应正常化，铁路的客运比重又迅猛下降。美国在 20 世纪 50 年代以后公路、航空客运周转量几乎占到总客运周转量的 95% 以上，铁路客运受到了猛烈的冲击。从纽约到芝加哥的铁路线在 20 世纪 30 年代曾是最受旅客欢迎的铁路黄金线，两市距离 1546 千米，那时旅行仅需 16 小时。1938 年编组有 11 节的全金属卧铺列车在两市间运行。到 1956 年，两城市之间尚有 20 趟列车运行，而到 1958 年 4 月卧铺列车全部停运，代之以座车。欧洲铁路运输也受到类似的遭遇，虽然国土不像美国这么广袤，但受到的冲击也不小。以德国为例，其在 1950 年以后，国家对公路进行了大量投资。1960—1992 年国家投资公路 4500 亿马克，资助其基础设施建设。联邦公路线延长了 152 000 千米，增加了 44%，高速公路增长尤甚，增加了 319%，全长达 8800 千米。但同期用于维修铁路的投资只有 560 亿马克，铁路里程反而减少了 19%，缩短至 30 000 千米。

20 世纪 60 年代起，多个国家均开始建设高速铁路。日本于 1959 年开始东海道新干线建设，至 1964 年 10 月 1 日东京奥运会开幕前夕东京到大阪全长 515 千米的东海道新干线建成，列车最高时速 210 千米，比原有窄轨特快列车节省了一半时间。日本东海道新干线的建成和运营在当时的世界各国铁路界引发了轰动效应，社会大众纷纷改变了铁路已经是“夕阳产业”这一看法，铁路的发展也由此迈入了一个崭新的阶段。铁路相关方面也开始扩大其经营覆盖范围，将货运铁路同港口相连接，通过与货船的合作将大量货运物资以货柜的方式进行运送，并由此使得货物的运输成本大大降低。据相关统计在当前全世界的 236 个国家和地区中，包括世界上最小的国家梵蒂冈在内，共计有 144 个国家或地区开通了铁路运输，提供客运铁路服务的国家和地区有大约 90 个。（尚无铁路运输国家见表 1.1）。铁路依然是世界上重要的交通工具，世界主要经济发达国家铁路里程皆位居世界铁路里程前列（见表 1.2），铁路仍拥有无法被取代的地位。



图 1.4 日本东海道新干线历代列车^①

表 1.1 至今没有铁路运输的国家 (截止 2016 年, 数据引自维基百科)

地区	国家		
欧洲	冰岛	安道尔	马耳他
	圣马力诺	塞浦路斯	
中美洲	伯利兹		
亚洲	不丹	东帝汶	马尔代夫
	也门	科威特	阿曼
	卡塔尔		
非洲	布隆迪	佛得角	中非
	乍得	赤道几内亚	毛里求斯
	尼日尔	几内亚比绍	卢旺达
	塞舌尔	圣多美和普林西比	索马里
	冈比亚		
大洋洲	基里巴斯	巴布亚新几内亚	图瓦卢
	瓦努阿图		

① Taisyo. 新干线的各形式. [2016-07-20] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shinkansen-0_300_700.JPG.

010 轨道交通

昨天的辉煌，今天的重任，明天的浪漫

表 1.2 世界主要国家铁路里程^① (截止 2014 年)

排名	国家或地区	铁路长度/千米	资料日期 (或预估值)
1	美国	293 564	2014
2	中国	111 800	2014
3	俄罗斯	87 157	2014
4	加拿大	77 932	2014
5	印度	68 525	2014
6	德国	43 468	2014

续表 1.2

排名	国家或地区	铁路长度/千米	资料日期 (或预估值)
7	澳大利亚	36 968	2014
8	阿根廷	36 917	2014
9	英国	30 859	2014
10	法国	29 640	2014
11	巴西	28 538	2014
12	日本	27 155	2014
13	乌克兰	21 733	2014
14	南非	20 986	2014
15	意大利	20 182	2014
16	波兰	19 837	2014
17	西班牙	16 102	2014
18	墨西哥	15 389	2014
19	哈萨克斯坦	14 184	2014

^① Central Intelligence Agency. Railways compares the total route length of the railway network and of its component parts. [2016-07-20] <https://www.cia.gov/library/publications/resources/the-world-factbook/rankorder/2121rank.html#ch>.

20	土耳其	12 008	2014
----	-----	--------	------

二、中国铁路历史沿革

中国是 19 世纪以来继日本和印度之后亚洲第三个修建铁路的国家。在 1840 年到 1860 年的两次鸦片战争之间，英国凭借其坚船利炮打开了中国的国门，各种西方的产物也随之传入中国。1865 年当时在中国经商的英国商人杜兰德自费修建了一条长约 0.5 千米的“展览铁路”于北京宣武门外，试图通过展示铁路的优越性进而向清政府推销铁路。但是铁路这一新兴事物对于闭关锁国已久的中国来说，却如怪物一般令当时的北京城充满了恐惧。根据徐珂在《清稗类钞》中的记录描述，“英人杜兰德于同治乙丑七月，以长可里许之小铁路一条，敷于京师永宁门（宣武门）外之平地，以小汽车驶其上，迅疾如飞，京人诧为妖物。”最终这场风波被当时的步军统领衙门以“观者骇怪”为由将该段铁路拆除而得以平息。

由英国怡和洋行于清光绪二年（1876 年）修建的上海至吴淞的吴淞铁路则是中国真正意义上运营的第一条铁路。虽然铁路对与当时的

中国来说有着无可比拟的优越性，但是在当时的清政府看来，洋人对于中国修建铁路的积极一定隐藏着深深的阴谋。因此，这段由怡和洋行擅自修建的吴淞铁路仅仅通车运营一年，便被视铁路如洪水猛兽的清政府作价 28 万 5000 两白银赎买拆毁。接下来的一段时期，随着清政府“洋务运动”的开启，“师夷之长技以制夷”的思想逐渐被社会大众所认可接受，铁路的在当时社会中的地位也得到了逐渐的提升。如当时洋务派的领军人物李鸿章就曾认为“富强之势，远不逮各国者，察其要领，固由兵器兵船讲求未精，亦由未能兴造铁路之故……若论切实办法，必筹造铁路而后能富强”。中国的铁路建设也最终在李鸿章、刘铭传等“洋务派”官员的推动下缓慢前进。

铁路在中国的逐渐推进建设后来也成为了引领时代变革并最终推翻清政府的导火索。1911 年爆发的保路运动，就是因为当时的清政府为获取西方国家银行贷款，在宣布将全国铁路干线国有化的同时，也将接收四川、湖北、湖南三省的川汉、粤汉等商办铁路所引发的全国各地民众的大规模反抗运动。湖北等地的革命党人趁清政府镇压四川

反抗运动武汉等地兵力空虚之机，发动了武昌起义，并由此推翻了清朝政权和在中国持续两千多年的封建帝制，中华民国也由此成立。

中华民国成立之后，也在清朝的基础上继续着铁路的建设。中华民国政府于 1928 年成立了隶属于行政院之下的铁道部，并以颁布中国第一部《铁道法》为契机，从铁路运输与组织、资金筹措等方面入手指定了一系列同铁路建设发展息息相关的法律规章，同时也首次以中外合作的方式为铁路建设筹募到了资金。至 1937 年“七七事变”全面抗日战争开始前，中华民国政府在“黄金十年”掀起的筑路高潮期间，先后修建了粤汉、陇海、浙赣、同蒲等铁路，使当时的全国铁路里程累计达到了 1.2 万千米。

1949 年 10 月伴随着中华人民共和国的成立，我国的铁道部随即投身于新的使命。当年年底，因战争受损的铁路相继恢复通车，在之后的数十年里，一些新的铁路线路建成投用。1950 年初建设的成渝铁路，填补了西部地区的铁路空白；一批遗留在中国东北的日本侨民技术人员也被吸纳到铁路建设队伍中，规模最大的一支是在 1950 年，有

800 名日本铁路技术人员被送往甘肃协助修建陇海铁路天水至兰州段；1961 年 8 月建成并投入运营的宝成铁路宝鸡至凤州段则是我国的第一条电气化铁路。在 1953 年中国的第一个五年计划开始实施之后，中国铁路也迎来了又一次的建设高潮。而在 1960 年国家的“三线建设”战略开始实施之后，铁路方面也开展了与众多国防工程息息相关的西南铁路建设大会战。从 1966 年到 1980 年的十四年时间里，成昆铁路、贵昆铁路、襄渝铁路、川黔铁路、太焦铁路、焦枝铁路、兰新铁路相继在西南和西北地区建成，以鹰厦铁路、京承铁路、皖赣铁路为代表的铁路干线的建成则大大增强了中国东部及中部地区的交通运输能力，同时武汉长江大桥、南京长江大桥等主要江河上铁路桥梁的建成通车更是加速了全国铁路骨架网络的初步成型。与此同时，中国铁路也在铁路机车、装备通信、轨道工程机械等领域初步建立了自主的发展体系。截至 20 世纪 80 年代末期，全国主要干线上的客运列车已基本实现了内燃机车的牵引。

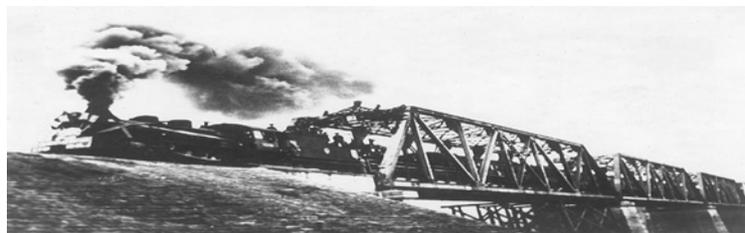


图 1.5 1953 年 7 月 30 日，成渝铁路建成通车^①

随着改革开放的实施，人口流动日趋频繁，经济发展令铁路的运输压力日益增加，也推进了铁路发展。从 20 世纪 70 年代末至 80 年代初，中国内地的铁路运输负荷极重，“乘车难”是当时突出的社会问题，旅客购买车票十分困难，列车超载也很严重。货运方面的能力也不足，使得各地生产的产品大量积压。从“八五”规划开始，国家开始把能源和交通运输作为国民经济发展的重点，不断加大对交通运输建设的投资。80 年代提出“南攻衡广、北战大秦、中取华东”3 个铁路建设重点方向，到 90 年代又提出“强攻京九、兰新，速战宝中、侯月，再取华东、西南”。截至 90 年代末，已先后建成京九线、南昆线、大秦线、宝中线、侯月线等一批铁路干线，以及包括京广铁路衡广段、

^① 维基百科. Chengyu railway 1953. [2016-07-20] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chengyu_railway_1953.jpg.

兰新铁路在内的复线电气化工程，全国铁路的营业里程已达 66 428 千米。^①

除了扩大铁路网，铁道部也提出了“提速”的发展战略。1994 年中国铁路旅客列车平均旅行时速只有 48.3 千米，远远落后于其他发达国家。为了提高铁路在运输市场中的竞争力、扩大运输能力，1996 年 4 月 1 日，沪宁铁路率先开行中国第一列快速旅客列车“先行号”，开创了中国在既有线提速的先河。1997 年 4 月 1 日，中国实施了第一次铁路大面积提速，从此揭开了中国铁路大提速的序幕。至今，铁路已进行了 6 次大规模的提速。在此期间，铁路的电气化、高速化改造也在同步进行。截至 2015 年年底，中国大陆铁路营业里程达 120 000 千米，约占世界铁路的 6%。其中国家铁路营业里程 63 636.5 千米，合资铁路营业里程 9516.6 千米，地方铁路营业里程 4812.8 千米。其中铁路复线里程（不包括多重复线）为 44 000 千米，复线率为 44.8%；电气化里程为 60 000 千米（居世界第一），电气化率为 52.3%。全国除了

^① 中国铁道学会，中国铁道科学研究院．中国铁路大提速．北京：中国铁道出版社，2008．

有约 750 千米的窄轨铁路外，其余均为标准轨距铁路（1435 毫米）。全部轨道长度于 2015 年年底时，为 26 万千米。^①

受历史、地理条件、经济发展等因素影响，中国中东部地区的铁路交通较发达，路网密度较高，而西部地区交通基础设施较落后，铁路数量相对较少。自 2000 年的西部大开发实施以来，中国西部 12 个省区的基础设施发展加速，投产并建成了包括青藏铁路、渝怀铁路、宁西铁路、遂渝铁路、广大铁路、内昆铁路等多条铁路。到 2012 年年底，中国西部地区铁路总营业里程已从 2000 年的 20 000 千米增加到 37 000 千米，比 2000 年增长了 50%，已占全国铁路营业里程的 36%。

目前中国铁路正处于快速增长的时期，其中高速铁路已突破 19 000 千米。根据《中长期铁路网规划》，到 2025 年，中国铁路总长度将达到 175 000 千米，其中高速铁路 38 000 千米左右。展望到 2030 年，国内铁路网络要基本实现内外互联互通、区级多路通畅、省会高

^① 国家铁路局. 2015 年铁道统计公报. [2016-08-01] http://www.moc.gov.cn/tongjishuju/tielu/201603/t20160314_1999755.html.