

铁道概论

主 编 王金花 白有林

副主编 王旭芳 杨大丽 王蓉彬

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

铁道概论 / 王金花, 白有林主编. —成都: 西南
交通大学出版社, 2023.1
ISBN 978-7-5643-9142-3

I. ①铁… II. ①王… ②白… III. ①铁路工程—概
论②铁路运输—概论 IV. ①U2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2022) 第 255225 号

Tiedao Gailun

铁道概论

主 编 / 王金花 白有林 责任编辑 / 李 伟
封面设计 / 吴 兵

西南交通大学出版社出版发行
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼 610031)
发行部电话: 028-87600564 028-87600533
网址: <http://www.xnjdcbs.com>
印刷: 四川煤田地质制图印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm
印张 18.25 字数 456 千
版次 2023 年 1 月第 1 版 印次 2023 年 1 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-9142-3
定价 49.00 元

课件咨询电话: 028-81435775
图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

铁路带着速度与力量，沿着两条平行的钢轨延伸到远方，连接梦想和传奇。古老传奇的蒸汽机车伴着滚滚浓烟与轰鸣咆哮而来，大显神通的内燃机车飘着淡淡白烟铿锵而来，节能环保的电力机车电掣风驰般呼啸而来，机车与车辆完美合一的高速动车组飞驰过来；200多岁的铁路，焕发着勃勃生机与活力，改变速度，改变时空，改变整个世界。

《铁道概论》这本书从蜿蜒万里的铁路线路，风格迥异的铁路车站，更新换代的机车车辆、铁路信号、铁路供电、铁路运营指挥控制系统讲述铁路的传奇与曲折发展，带您走进一条布满历史、人文、思政、专业的长廊。穿过这条长廊，看百年风云铁路历史，赏优美壮丽铁路人文，思波澜壮阔中国铁路发展，学科学高效铁路系统标准化联控管理，记铁路系统车、机、工、电、辆各专业先进适用装备，用铁路系统缜密的逻辑思维开拓学生个人职业生涯设计，走上热爱铁路事业的工匠养成之路。

本书编写风格通俗生动，配有大量图片，语言简洁形象，脉络清晰，版式新颖，可读性强，配套资源丰富，并在智慧职教 MOOC 学院开设在线课程。

本书由武汉铁路职业技术学院王金花、白有林担任主编，武汉铁路职业技术学院王旭芳、杨大丽、王蓉彬担任副主编。其中，第一至七章由王金花编写，第八章由王旭芳编写，第九章由杨大丽编写，第十章由王蓉彬编写，第十一、十二章由白有林编写。

在本书编写过程中，编者参阅了大量的书籍、文献及国家标准，有些内容引自其中，在此对原作者一并表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，恳请广大读者提出宝贵的意见，以便进一步修改和完善。



课程介绍

编 者

2022 年 10 月

目 录

第一章 绪 论	1
第二章 铁路机车	13
第一节 古老传奇蒸汽机车	13
第二节 大显神通内燃机车	24
第三节 节能环保电力机车	36
第四节 铁路机车运用维修	46
第三章 铁路客车	50
第一节 铁路客车的基本结构	51
第二节 我国铁路客车发展概述	53
第三节 铁路客车运用维修	56
第四章 铁路货车	64
第一节 铁路货车的基本结构	64
第二节 我国铁路货车发展概述	70
第三节 铁路货车运用维修	72
第五章 动车组	76
第一节 动车组的基本结构	76
第二节 我国高速动车组发展概述	91
第三节 动车组运用维修	96
第六章 重载铁路	98
第七章 磁浮铁路	107
第八章 铁路线路	114
第一节 概 述	114
第二节 铁路线路线下建筑物	126
第三节 铁路轨道	136
第四节 铁路线路的检查与维修	151
第九章 铁路供电	154
第一节 电气化铁道供电系统	154
第二节 牵引变电所设备	163
第三节 接触网	170

第十章 铁路信号	177
第一节 铁路车站	177
第二节 铁路区间闭塞设备	190
第三节 铁路信号	199
第四节 铁路车站联锁设备	218
第五节 列车调度指挥及列车运行控制系统	225
第十一章 铁路运输	235
第一节 铁路车站概述	235
第二节 铁路运输组织	253
第三节 铁路集装箱运输	255
第十二章 铁路安全	267
第一节 铁路安全管理	268
第二节 铁路交通事故	279
参考文献	286

第一章 绪论



交通与铁路

一、交通

现代意义上的交通，是指货物的交流、人员的来往和信息的传递（图 1-1）。货物的交流与人员的来往，实际就是当今世界上的运输，它是通过各种运输方式——铁路运输、道路运输、水路运输、航空运输和管道运输等，实现人和物的转运输送，达到社会对人和物空间位移的需求。信息的传递，则是指语言、文字、图像、符号等信息的传递与播送。目前，我们通常所指的交通这个大行业，包括铁路运输业、道路运输业、水路运输业、航空运输业、管道运输业、邮政业和电信业。交成网，通则达，各种交通运输方式交汇成网、四通八达，成为高效的信息化、智能化时代不可或缺的有机组成。



图 1-1 交通

二、铁路

《辞海》对铁路的解释：使用机车牵引车辆组成列车（或以自身有动力装置的车辆）、循环行驶的交通线路。“百度百科”的解释：铁路是供火车等交通工具行驶的轨道线路。《铁路工程基本术语标准》（GB/T 50262—2013）定义：使用机车牵引或使用装有动力装置的列车行驶于轨道上的交通线路。

纵观铁路的发展与人类的科技文明，可以发现两者是互为因果关系的：一方面，由于铁路的铺设使得人类可以开发更多的资源，再利用这些开发出来的资源丰富人类的生活，致使科学技术更加发展；另一方面，也由于科技的发展而改善了铁路运输的技术层次，使铁路在行车控制与能源利用效率方面都能更加趋于完善。然而，自 19 世纪末，小汽车逐渐普及以后，使得铁路在营运上受到了重大的影响，但这也促使铁路在营运与管理技术方面加以改善，进而提高服务水准，降低营运成本，以突破经营困境。因此，若从整体来看，铁路的发展过程，其实就是不断地在求新求变，以适应人类不同时代生活方式需求的过程。

三、世界铁路发展历程



世界铁路发展历程

世界铁路发展历程一般分为萌芽期、蓬勃发展期、衰退期和复苏期4个时期。

1. 萌芽期（1825—1900年）

铁路“Rail”这个英语单词最初的意思是木栏杆、木栅栏。16世纪中叶，英国兴起的采矿业，对运输方式提出了新要求。1630年，英国人毕奥莫特（Beaumont）将木头铺在地上，使从矿山运输煤的车辆易于通行，车辆的动力是人力或马，这种路在当时就称为“Rail”，这个词今天的意思就是铁路。

1680年，英国科学家牛顿最早设想将蒸汽机用于运输。1776年，瓦特发明了蒸汽机。1803年，英国特里维西克制造出第一台在轨道上行驶的蒸汽机车（图1-2）。

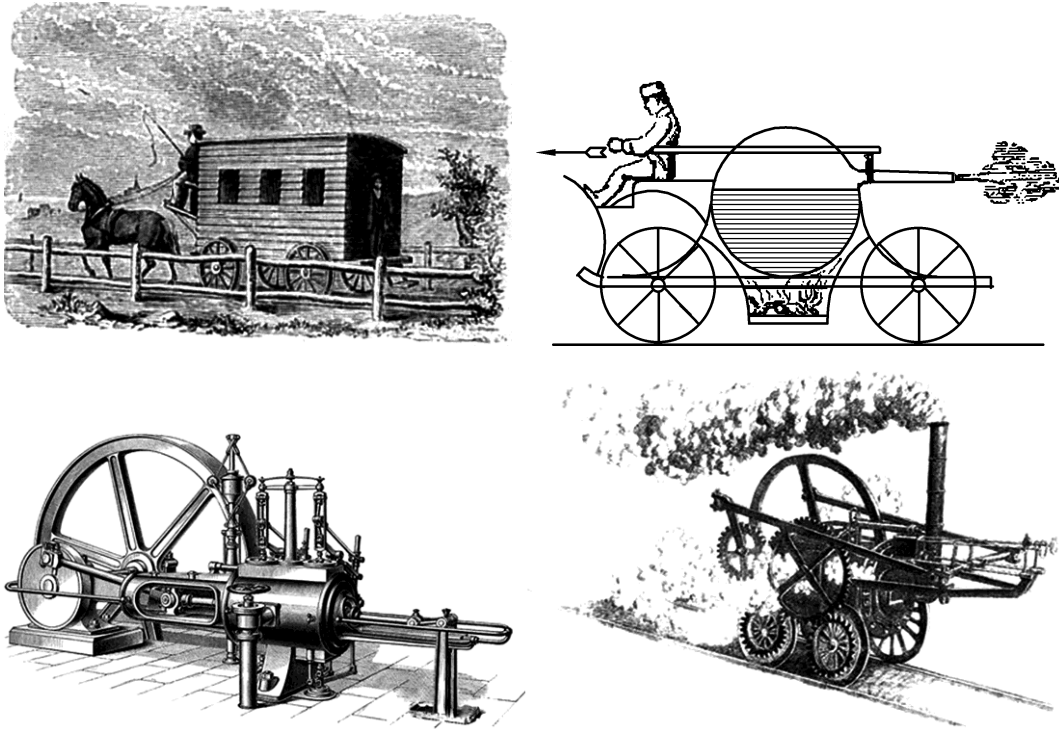


图 1-2 铁路萌芽期的发明

1825年9月27日，世界第一条真正意义上的铁路在英国的斯托克顿（Stockton）和达灵顿（Darlington）之间开通。该铁路线全长21 km，采用铸铁轨铺设，轨距1 435 mm（现在的标准轨距）。乔治·斯蒂芬森先生亲自驾驶着自己设计制造的“运动号”蒸汽机车，后面牵引着一辆豪华的“试验号”客车，32节拉着煤和面粉及几百名工人的货车，整列火车全长400 ft（约121.9 m），最初的速度为4.5 km/h，下坡速度达到24 km/h，平均速度12.8 km/h。斯蒂芬森先生几乎是胆战心惊把火车开到了终点站，因为他无法判断自己设计修建的那些桥梁能否经得起这么重的火车碾压。幸运的是，除了中间抛锚脱轨两次外，没有发生其他严重的事故。

因为当时还没有铁路信号，乔治·斯蒂芬森就让一名少年骑着马在前面挥旗呐喊开道（图 1-3）。下午 3 点 45 分，世界上第一条蒸汽机车牵引的商用铁路终于完成了首次通行，受到四万观众的欢迎，七门重炮发出震耳欲聋的炮声敬礼，教堂纷纷鸣钟，祝贺人类历史上这一不平凡的旅程。



图 1-3 世界上第一条铁路开通

此为世界铁路运输史的开端。此后，欧洲各国开始对这种车头冒着浓烟、行驶于两条平行铁轨上的新型车辆发生了兴趣，而纷纷兴建铁路。到 1850 年，英国及欧洲大陆已修建约 7 000 km 长的铁路。美国为了开疆拓土，亦于 1833 年开始修建铁路，并于 1869 年 5 月完成东、西两岸铁路的通车，为美国的繁荣与强大奠定了良好的基础。英国韦尔斯的《世界史》写道：“战争（指美国南北战争）开始时，美国还没有通往太平洋的铁路；战争结束后，铁路像藤蔓一样铺展开来，把辽阔的美国连接成一个在精神与物质上都不可分割的统一体……”这一时期铁路运输在社会上所处的地位可谓相当重要，除了影响经济发展的货物运送之外，在国防运输上更有其绝对的必要性。1866 年，德军统帅毛奇发表演讲：“我们通过五条铁路运送了 28.5 万名野战军，并且在五天内就几乎将他们全部集中到了萨克森和波希米亚前线，这是我们无与伦比的优势。奥地利只有一条铁路，要花 45 天才能集结 21 万士兵。”法国将军戴莱加盖在《现代战争》中写道：“一个国家在组织本国边疆的防御时，首先要考虑的事情，不是把国土用要塞地带围起来，而是使铁路网布满全境，以保证尽可能迅速地集中兵力。”铁路的优越性，使其在短时期内得到了迅猛发展。

2. 蓬勃发展期（1900—1945 年）

这一时期由于欧美各国在海外殖民与拓荒所需，铁路迅速发展成为陆上运输骨干，加上其独占性，使得铁路业者成为运输业界的领导者，坐享超额利润的甜美果实。也正因为如此，大批的投资人纷纷开始在各地修建铁路。以美国为例，1920 年美国铁路里程合计已经达 40 万千米，铁路业者也有 1 085 家之多。到了 1941 年，全世界的铁路总长约 126 万千米，其中美洲占 47%，欧洲占 33%。

3. 衰退期（1946—1964 年）

第二次世界大战以后，小汽车在技术上获得了关键性的突破，美国福特公司开始制造数百万辆的廉价小汽车，让当时的美国彻底接受了小汽车的方便性，各国政府预计汽车将被广泛使用，而纷纷投入大量资金修筑完善的公路系统，以促进经济发展。而铁路方面服务水平每况愈下，再加上铁路的可及性不及公路高，因而逐渐遭到各国政府的漠视，甚至制定许多

法案限制铁路业者的营运,以避免铁路业者获取不当的独占利润。在这些不利因素的影响下,铁路运输营运量开始大幅度衰退。以美国为例,到1955年,铁路长度约剩下35万千米,到1965年,铁路又减少4万千米,铁路公司减少为552家,铁路客运量仅占1940年的20%。

4. 复苏期(1964年以后)

1964年,日本建成世界上第一条速度为200 km/h的高速铁路——东海道新干线。高速列车的行驶克服了传统铁路在行车速度上的限制。东海道新干线行驶于东京与大阪之间,每天平均载客达45万人,高峰日则超过百万人,营运7年将10亿美元的建设成本连本带利还清,从而重新找回铁路业者的希望。之后,日本、法国、德国等国家陆续完成更新、更快的高速铁路系统,从而彻底改变了铁路的不良形象。

那么,人们为何会重新审视铁路的价值?一方面是当时许多国家受到能源危机、环境污染和交通事故等问题的困扰。铁路所固有的运力大、速度快、能耗低、污染轻、安全可靠、通达国内外、全天候不间断工作等其他运输方式所无法替代的优势再度引起人们重视。另一方面,铁路自身经历了痛苦而深刻的自我更新过程,不断用高新技术装备自己。依靠高新技术,铁路提供诸多运输新型产品,尤其是大宗货物运输重载化、中长距旅客运输高速化,又使铁路从复苏走上了振兴的道路,树立起崭新的现代化形象,焕发生机和活力。

现在,许多国家的发展战略和政策中,重新肯定了铁路在交通运输体系中的骨干作用和主力地位。



我国铁路发展历程

四、我国铁路发展历程

铁路在普法战争中发挥的巨大作用,在全世界范围内产生深远影响,包括远在东亚的大清王朝与日本。后来一直以德国为偶像的日本,更是把铁路运输在普法战争中发挥的作用当作典范来不断研究。当时德国驻大清王朝的公使巴兰德极力向清王朝吹嘘铁路在普法战争中的重要作用,他甚至把战争的胜利说成是全部得力于“铁道轮车”。李鸿章等人受其影响,他们的铁路国防观也逐步形成(尽管那时候清王朝还没有铁路),1872年李鸿章写道:“俄人坚拒伊犁,我军万难远役,非开铁路,则新疆、甘陇无转运之法,即无战守之方。俄窥西陲,英未必不垂涎滇蜀。但自开煤矿与火车路,则万国缩伏,三军必皆踊跃,否则日蹙之势也。”

我国铁路发展历程可分为三个时期。

(一) 发展缓慢的旧中国铁路

这个时期外来势力强大,国弱民穷,连年战争,铁路发展缓慢畸形,设备制式杂乱,管理落后,前后70年,建成支离破碎2.1万千米铁路线。

1. 列强建设(筑路圈地)

中国领土上出现的第一条铁路——吴淞铁路(图1-4):1876年在上海修建的吴淞铁路,是英国采用欺骗和蒙混的手段修筑的。吴淞铁路全长14.5 km,轨距为762 mm(窄轨),速

度为 24 ~ 32 km/h。



图 1-4 吴淞铁路的前世今生

沙俄占据东北时修筑中东铁路，全长约 2 500 km，采用俄制 1 524 mm 轨距，干支线相连，恰如“T”字形（图 1-5）。沙俄在沿线享有采煤权、水运权、伐木权、驻兵权和司法权等。回顾中东铁路的历史，中国无论是清政府、北洋政府，还是国民政府，自始至终就是一个可有可无的旁观者、任人撕打的挨揍者，眼看着日俄在中国土地上肆无忌惮地争斗，却毫无办法。铁的事实告诫我们，弱国无外交，只有国家强大，才能保护好我们的国家，才能在国际社会中有话语权。

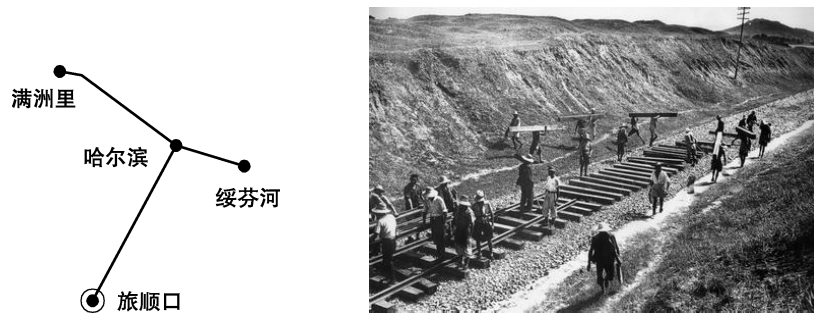


图 1-5 沙俄修建的中东铁路

德国控制山东半岛，修筑胶济铁路（图 1-6），干线全长 395.2 km，支线长 45.7 km。胶济铁路货源充足，投入运营后很快赢利，同时兼营煤矿、电报业等，德国从中获得巨大的财政收入。德国人仅在坊子煤矿前后开采 17 年，开采煤炭 299 万吨。第一次世界大战后，日本人取代德国人在坊子煤矿开采 31 年，开采煤炭 422 万吨。德国人在勘测施工中，“遇有坟墓，不待迁徙，即行刨掘”，“所至之地，尽将村落民家拆坏”。德国当时驻上海领事指出：“盖我铁路所至之处，即我占地之所及之处。”“我能将此路筑成，则我无穷之利益，皆在此铁路上。盖铁路若成，则由中国内地，可直达胶州海口；中国内地所生产之货物，可由海路运到德国，是即如英国在印度之办法。”

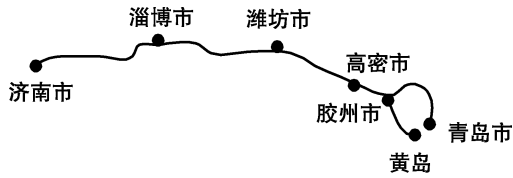


图 1-6 德国修建的胶济铁路

英国在香港修建铁路（图 1-7）。铁路修成后，广东也逐步成为英国的势力范围。



图 1-7 英国修建的香港铁路

法国在中越边境修建滇越铁路（图 1-8），轨距 1 m，称为米轨铁路，线路全长 859 km（滇段 465 km，越段 394 km）。



图 1-8 法国修建的滇越铁路

2. 中国自己创办

第一条铁路——唐胥铁路（图 1-9）：1881 年的唐胥铁路（唐山至胥各庄段），全长 10 km，轨距为 1 435 mm 标准轨距，开始用骡马等畜力拖拉车辆，后于 1882 年改用机车牵引。

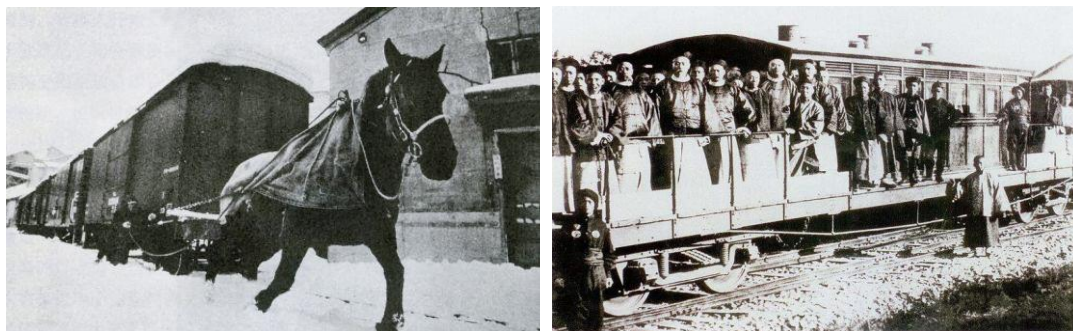


图 1-9 唐胥铁路

3. 中国自主设计、施工修建

京张铁路（图 1-10）：1905 年 10 月修建，爱国工程师詹天佑主持，南起北京丰台，北至张家口，全长 201 km，采用 1 435 mm 标准轨距，为了保证列车能安全越过山陵，设计成“人”字形爬坡路线。



图 1-10 京张铁路

从 1876 年修建第一条铁路到 1945 年这 70 年，中国大陆共修筑铁路 25 523 km，到 1949 年，可以通车的铁路为 21 989 km。但国民党政府在撤离大陆前对全国重要铁路干线大肆破坏，交通几近断绝。

（二）艰苦创业的人民铁路

这个时期大规模修复旧中国铁路，支援解放战争，沟通西南、西北，巩固国防，克服困难，完善路网，用近 30 年的时间，建成基本骨架 5.2 万千米。

1. 新中国第一条铁路——成渝铁路

成渝铁路于 1952 年 7 月 1 日建成通车（图 1-11），全长 505 km，是我国自行设计、自行施工、使用自产材料修成的第一条千里干线，结束了四川人民 40 多年来没有正式铁路的历史，结束了“蜀道难，难于上青天”的历史局面。

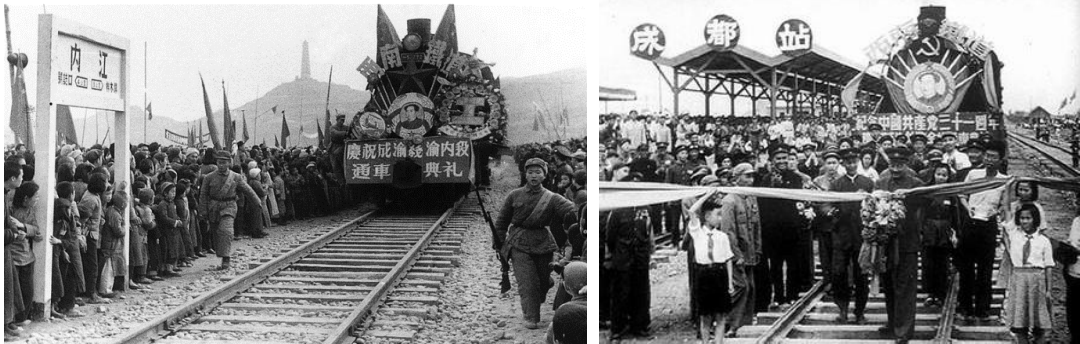


图 1-11 成渝铁路

2. 新中国第二条铁路——宝成铁路

宝成铁路于1952年7月动工修建，1956年7月建成通车，1958年1月1日正式运营。1958年6月开始电气化改造，1975年7月1日全线完成电气化改造，成为中国第一条电气化铁路（图1-12），全长669 km，隧道304座，桥梁1001座。

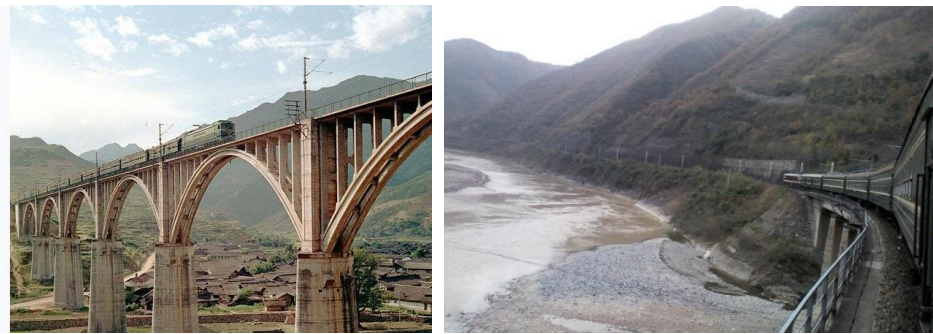


图 1-12 宝成铁路

3. 横贯东西

1953年7月，陇海铁路全线贯通（图1-13），正线全长1759 km。

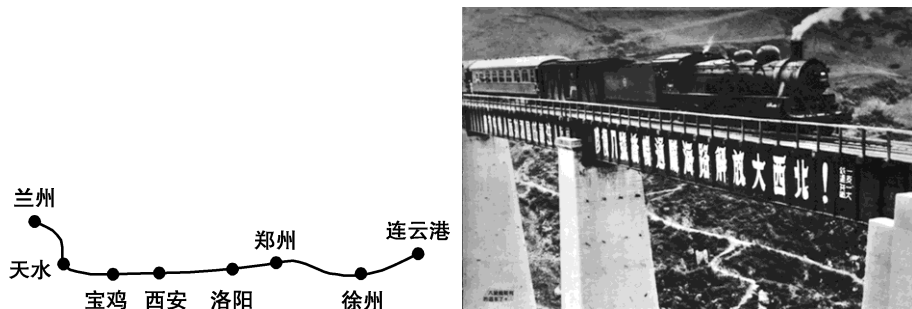


图 1-13 陇海铁路

4. 纵贯南北

1957年10月15日，武汉长江大桥建成投入使用，原京汉铁路与粤汉铁路合并成京广铁路（图1-14），正线全长2273.8 km。

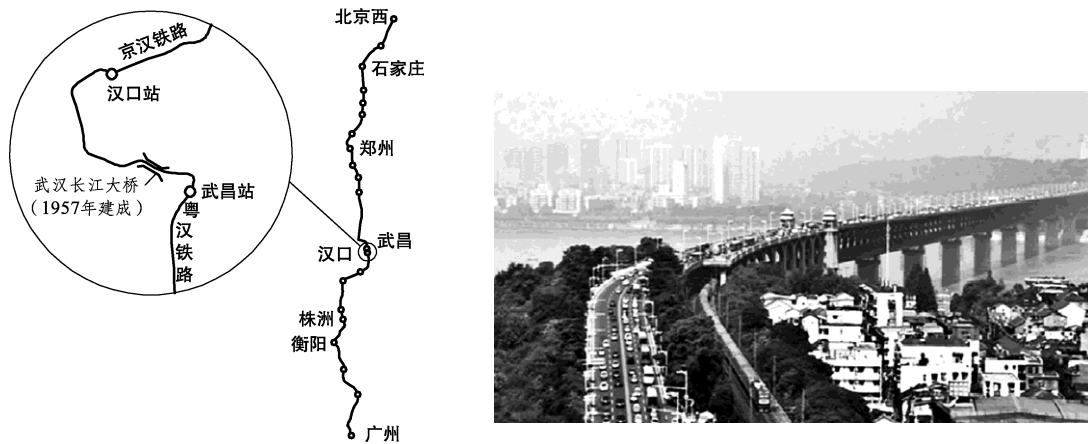


图 1-14 京广铁路

5. 世界奇迹

成昆铁路（图 1-15）始建于 1958 年，1959 年至 1969 年期间成昆铁路多次停工再复工，1970 年 7 月 1 日全线竣工，北起成都，南至昆明，全长 1 096 km，桥梁 991 座，隧道 427 座。

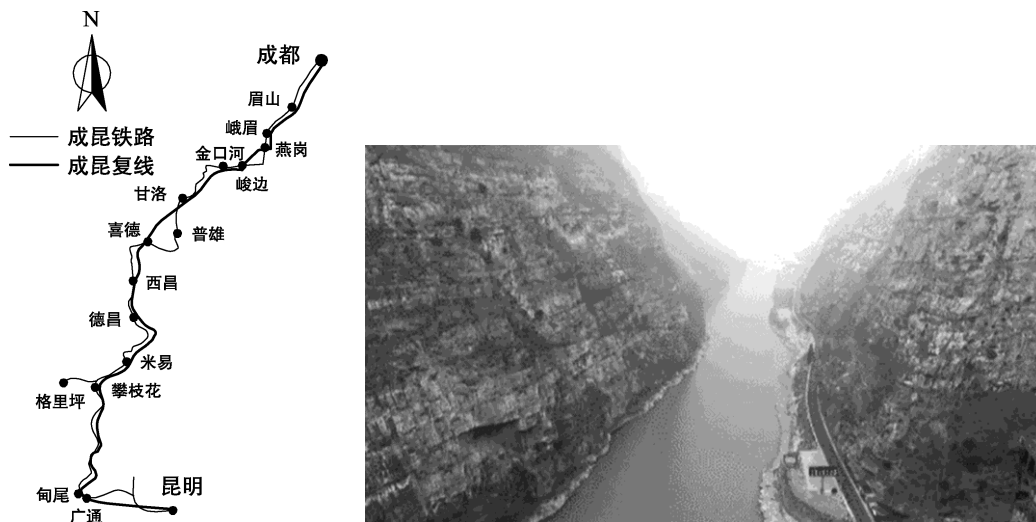


图 1-15 成昆铁路

6. 援非壮举

坦赞铁路（图 1-16）于 1968 年 5 月 15 日开始修建，1975 年 6 月 7 日全线通车，七年的时间里，我国先后派遣五万余人次深入赞比亚和坦桑尼亚，有 66 名中国技术人员为此牺牲，长眠于异国他乡。坦赞铁路全长 1 860.5 km，耗资 5 亿美元。



图 1-16 坦赞铁路

(三) 飞速发展的复兴之路

1978年10月26日从东京到京都，邓小平乘坐“光-81号”新干线列车（图1-17），工作人员问他乘坐新干线有什么感受。邓小平回答：“就感觉到快，有催人跑的意思，所以我们现在更合适了，坐这个车。我们现在正合适坐这样的车。”于是，随着邓小平乘坐新干线的画面在中国的电视节目里播出，一种被称为“子弹头”的、科幻一样的火车开始为中国人所熟知。



图 1-17 “光-81号”新干线列车

1. 第一次冲高试验

邓小平这次访问日本，“意外”地将高铁概念在中国做了一次大普及。日本高铁是很好，但是中国铁路人也不服输。京广铁路石家庄至保定段，试验段总长131 km。牵引机车由当年从联邦德国进口的NY型内燃机车担当，5辆客车国内生产。冲高试验获得巨大成功（图1-18），最高速度165 km/h。中国铁路的一项崭新纪录诞生了。



图 1-18 第一次冲高试验获得成功

2. 提速试验

第一次提速：1996年4月1日，上海铁路局沪宁线，“先行号”快速列车，由DF₁₁“狮子”机车牵引25型双层旅客列车，最高速度140 km/h，如图1-19（a）所示。

第二次提速：1996年7月，北京铁路局，北京至北戴河，“北戴河号”快速列车，DF₁₁“狮子”机车牵引12辆准高速双层旅客列车，最高试验速度175.7 km/h，最高运营速度140 km/h。

第三次提速：沈山线，沈阳铁路局先后在沈山线组织了3次大规模的针对性提速试验。1996年10月8日，北京到大连快速客运列车开通运营，全长1138 km，运行时间由此前的16小时15分压缩到11小时58分。

第四次提速：郑武线，SS₈型机车牵引25型客车、双层客车、准高速客车进行了一系列试验，取得了大量宝贵的试验数据，为今后电气化区段提速改造奠定了坚实基础，如图1-19（b）所示。



(a)

(b)

图 1-19 提速试验机车

3. 六次大提速

1997年4月1日，中国铁路第一次大提速主要涉及京沪、京广、京哈三大铁路干线。中国铁路历史上最受欢迎的客运产品——“夕发朝至”列车正式上线，共推出了78列，被称为“移动宾馆”。中国铁路既有线最高运营速度提高到140 km/h。全国铁路平均运营速度由

48.1 km/h 提高到 54.9 km/h。

1998 年 10 月 1 日，铁路既有线第二次大面积提速，三大干线快速列车最高运营速度由 140 km/h 提高到 160 km/h，非提速区段快速列车最高运营速度提高到 120 km/h，广深准高速铁路通过租用瑞典摆式列车 X2000，开行最高运营速度达 200 km/h 的旅客列车。

2000 年 10 月 21 日，第三次大提速，与前两次大提速主要在京沪、京广、京哈三大南北干线上进行不同，这次大提速主要针对陇海、兰新、浙赣等东西向铁路，同时包括京九这条南北大通道。

2001 年 10 月 21 日，第四次大提速，这次大提速主要是对前几次大提速的进一步延伸和完善，铁路提速线路延展里程拓展到 1.3 万千米。

2004 年 4 月 18 日，第五次大提速，开行“Z”字头直达特快列车，平均运行速度 119.2 km/h，京沪、京广、京哈部分路段最高运营速度达到 200 km/h，25T 型铁路客车上线运营。

2007 年 4 月 18 日零时，第六次大提速正式实施。京哈、京沪、京广、陇海、浙赣、胶济、武九、广深等铁路运营速度大面积提速至 200 km/h，总里程达到 6 003 km；其中，京哈、京沪、京广、胶济等线路部分区段运营速度最高可达 250 km/h，总里程达到 846 km。

4. 速度传奇

轮轨试验速度：2007 年 4 月 3 日，在法国一段经过特殊加固的铁路线上一列名为 VH150（Very Highspeed 150 m/s，即 540 km/h）的双层 TGV 列车，经过 14 min 的连续加速，达到了 574.8 km/h 的超高瞬时速度，超过了原定目标。

磁悬浮试验速度：2017 年日本山梨试验线上创下了 604 km/h 的世界纪录。

轮轨运营速度：2010 年 12 月 3 日，在京沪高铁枣庄至蚌埠间的先导段，国产“和谐号”新一代高速动车组 CRH380A 跑出 486.1 km/h 的速度，再次刷新世界铁路运营试验最高速。

磁悬浮运营速度：2006 年 4 月 27 日中国上海磁悬浮列车示范运营线正式投入运营，创造了 431 km/h 的运营速度纪录。

5. 复兴之路

2016 年 7 月 15 日，中国高速铁路又诞生了一项崭新的世界纪录。上午 11 时 20 分，CRH-0207 与 CRH-0503 在郑徐高铁河南省商丘市民权县境内，分别以超过 420 km/h 的速度成功实现交会。这是世界高速铁路史上首次进行类似试验。此次试验中，对向行驶的列车交会瞬间相对速度超过 840 km/h，两车交会时间不足 2 s。

改革开放 40 余年，中国铁路运营里程达 13.9 万千米，其中高铁 3.5 万千米，并建成完备的铁路工业体系。铁路飞速发展，成为国之动脉，保障着国家重点物资安全运输。

思考题

1. 什么是交通？
2. 什么是铁路？
3. 简述世界铁路发展历程。

4. 简述中国铁路发展历程。