



图解

国外高速铁路

钱立新 主编 吕长清 主审



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



图解国外高速铁路

钱立新 主编

吕长清 主审

中国铁道出版社

2010年·北京

图书在版编目(CIP)数据

图解国外高速铁路/钱立新主编. —北京:
中国铁道出版社, 2010. 6

ISBN 978-7-113-07848-5

I. 图… II. 钱… III. 高速铁路—图解 IV. U238-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 177722 号

书 名: 图解国外高速铁路

作 者: 钱立新

责任编辑: 陈若伟 电话: 010-51873316

封面设计: 崔丽芳

责任校对: 孙 玫

责任印制: 陆 宁

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市宣武区右安门西街8号)

印 刷: 北京捷迅佳彩印刷有限公司

版 次: 2010年6月第1版 2010年6月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 14.25 字数: 252千

书 号: ISBN 978-7-113-07848-5

定 价: 50.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社读者服务部调换。

电 话: 市电(010) 51873170 路电(021) 73170(发行部)

打击盗版举报电话: 市电(010) 63549504 路电(021) 73187

序

客运高速化是当今世界铁路发展的共同趋向。速度是交通运输现代化的最重要标志。一部人类交通运输发展史，从根本上可以说是一部以提高运输速度为主要目标的技术开发史。

19世纪铁路和蒸汽机车的出现，极大地推动了社会历史发展的进程。进入20世纪50年代，由于能源危机、环境污染、交通安全等问题的困扰，人们重新认识到了铁路的价值。特别是1964年日本建成世界上第一条高速铁路，而后法国、德国、意大利、西班牙、韩国、英国、荷兰、比利时、瑞典等国竞相发展，高速铁路以其速度快、运能大、能耗低、污染轻、占地少、安全性好等一系列突出的技术经济优势，令百年铁路重振雄风，传统铁路再展新姿，铁路发展进入了一个崭新的阶段。高速铁路的蓬勃发展，在世界范围内引发了一场深刻的交通运输革命。

高速铁路为什么能在地面运输系统中成为最快的交通工具，这是人们普遍关注的议题。它的轨道设计和构造与普通轨道到底有什么区别？高速铁路的桥梁和隧道又采取什么新技术来保证高速下的安全？高速列车为什么跑得又快又稳、核心技术是什么？而如此复杂的高速运行系统又是靠什么技术来指挥、监测和控制？这一系列的问题对于不具备铁路技术知识又关注高速铁路发展的我国广大读者群来说，急需一本介绍高速铁路各方面科普知识的通俗易懂的入门书，而对于我国广大的铁路工程技术人员来说，也需要一本能便览国外高速铁路工程技术的简易方便的读物，本书正是在这一背景下应运而生。

作者是长期从事高速铁路研究的有造诣的专家学者，有丰富的铁道科学研究经验，取得过较多的科研成果，掌握高新技术在高速铁路上的应用信息。在书中作者借以丰厚的技术底蕴，用通俗的语言，结合大量浅显生动的插图，深入浅出地描述了世界铁路发展的历史、国外高速铁路及38种高速列车（几乎包涵了国外所有高速列车）的技术特点，阐述了高速铁路轨道、桥梁、隧道，高速动车组及牵引供

电，高速铁路安全运行管理，高速铁路旅客服务等系统的核心技术及其原理。相信这册篇幅并不长的科普读物，一定会让更多的人了解高速铁路，支持高速铁路的发展，读者一定会深深地被它的知识性、趣味性所吸引，饶有兴趣而不感到枯燥无味，最终会清晰了解国外高速铁路技术发展的脉络，科技成果在高速铁路中的应用，以及高速铁路大运量、节能环保等特点，达到“洋为中用”的目的，我想这也正是作者写作此书的初衷。

中国工程院院士

周 镜

第 1 章 铁路的历史	1	2.7 德国实现新建高速线和 既有线改造相结合的快速 铁路网计划	42
1.1 铁路的诞生	1	2.8 德国高速列车图谱	44
1.2 蒸汽机车的发明促进了 铁路网的发展	3	2.9 西班牙高速铁路网	48
1.3 国外修建铁路的高潮	5	2.10 西班牙高速列车图谱	50
1.4 汽车和飞机对铁路的 有力挑战	8	2.11 意大利高速铁路网	53
第 2 章 高速铁路的诞生与 国外高速铁路修建热潮	14	2.12 意大利高速列车图谱	55
2.1 高速铁路的定义	14	2.13 英国高速既有线铁路网	56
2.2 日本“东海道新干线” 诞生	14	2.14 瑞典高速既有线铁路网	58
2.3 日本高速新干线网络化	17	2.15 韩国高速铁路	61
2.4 日本高速列车图谱	20	2.16 韩国高速列车图谱	62
2.5 法国建设以巴黎为中心 的高速铁路辐射网	33	2.17 美国东北走廊既有 铁路的高速化	64
2.6 法国高速列车图谱	35	2.18 俄罗斯莫斯科——圣彼得堡 既有铁路的高速化	66
		2.19 高速铁路的优越性	67
		2.20 高速铁路的经济 效益	73

第 3 章 实现高速的基础	
——轨道“快车道”	… 75
3.1 高速铁路的走向及平、纵 断面优化设计	… 75
3.2 铁路轨道构造——高标准	… 83
3.3 高速铁路路基 ——牢固、稳定	… 96
3.4 高速铁路桥梁 ——大刚度、小挠度	… 100
3.5 高速铁路隧道	… 109
第 4 章 高速铁路的核心	
——高速列车	… 118
4.1 高速列车的主要组成	… 118
4.2 牵引传动系统为高速 列车提供巨大牵引力	… 120
4.3 高速走行部系统 ——转向架	… 126
4.4 高速列车的刹车系统	… 133
4.5 高速列车流线型轻量化 车体技术	… 143
4.6 采用倾摆车体提高速度	… 155
4.7 高速列车的电力牵引供 电系统	… 161
第 5 章 高速铁路的神经中枢	
——安全运行管理系统	… 171
5.1 列车自动控制系统	… 171
5.2 行车安全监测、诊断、 警报系统	… 178
5.3 高速铁路综合调度中心 (CTC)	… 189
第 6 章 乘坐高速列车	
——踏上快乐之旅	… 195
6.1 安全可靠的旅行	… 195
6.2 正点方便的旅行	… 196
6.3 舒适满意的旅行	… 207
参考文献	… 216
索 引	… 217
后 记	

1

First

铁路的历史

1.1 铁路的诞生

18 世纪下半叶，英国人瓦特*（1736—1819）发明了蒸汽机，全世界的产业发生了巨大变化，因而人们把蒸汽机的出现看做是世界上第一次产业革命。从此社会从手工劳动时代进入机器生产时代，从作坊小规模生产进入工厂大规模生产。

蒸汽机首先被用于工业生产。1807 年美国富尔顿（1765—1815）首次在“克莱蒙脱”号船上用蒸汽机驱动装在船舷两侧的明轮试航成功。当时欧洲的快速飞剪式帆船开始用蒸汽机作为船的

动力。蒸汽机能量的大小，按能相当于多少匹马的牵引能力来计算，若相当于 10 匹马的牵引能力，就称 10 马力的蒸汽机，如此类推。显然，当时哪个国家能拥有强大的以蒸汽机作为动力的船队，它自然就能控制海上的霸权和商业贸易。英国正是依靠了它的强大的海军向清王朝发动了“鸦片战争”，于 1842 年强迫清朝签订了不平等的《南京条约》，夺走了香港。我国从此进入了半封建半殖民地的近代历史，受世界列强的侵略和压迫。从这一点上也可看到交通运输不

* 紫红色文字为索引中的词语。

仅对人民的生活产生很大影响，并且对国家的强盛起着重大的作用。

带轮的车作为陆上运输工具，要提高运输效率，就要减小车轮与道路间的摩擦阻力。中世纪，英国在采矿区就开始用木制的两根轨在路面上铺成平行的轨道，将车轮制成带凸缘的轮。这样，用马牵引的轮车在木轨上沿导向滚动前进，比一般的马车效率提高了很多。后来又改用铸铁轨代替木轨，更为经久耐用。可以说，这就

是世界上最早期的铁路。

世界上普遍认为，1825年9月27日英国从斯托克顿煤矿到港口城市达林顿43.5千米的铁路是世界上的第一条正式运行的铁路。其实英国斯旺西到蒙布尔铁路虽然是马牵引，但却已正式载客售票运营。而在英国最早注册的铁路则是1758年的米德尔顿铁路，它也是第一条在1812年已全线用早期单管道蒸汽机车牵引运行的铁路。



1825年世界第一条铁路在英国斯托克顿至达林顿正式运营，英国达林顿火车站原址，现已改为铁路博物馆



世界铁路之父——乔治·斯蒂芬森
(1781—1848)

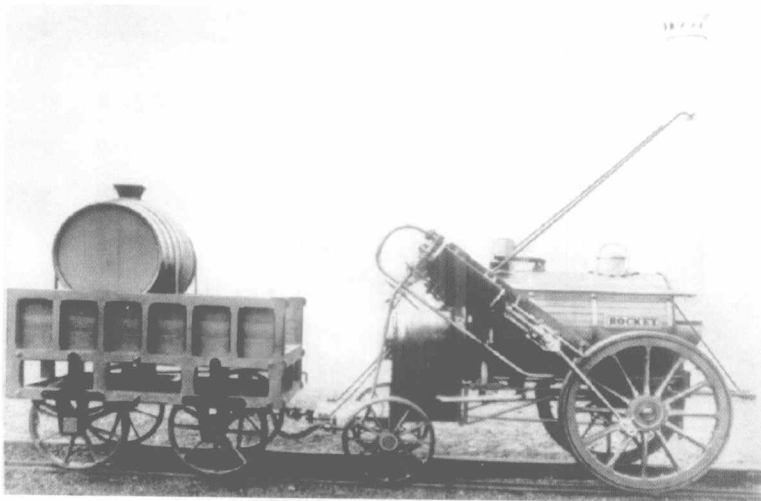
乔治·斯蒂芬森是英国最著名的铁路工程师，8岁开始在煤矿当童工，19岁时任操作纽科门蒸汽机的技工，对蒸汽机有浓厚的兴趣，工余坚持夜校自学，吸收了丰富的专业知识。1813年他悉心研制了第一台蒸汽机车——布卢彻机车，能以6千米/时速度牵引8辆装有30吨煤的货车，但他并不满足，研究了采用多烟管道加热办法，并用废气导引向上，喷出烟囱，加强通风，提高机车功率，使新设计的蒸汽机车进入实用阶段。1825年9月27日第一列由斯蒂芬森设计的蒸汽机车牵引列车运载450名旅客以24千米/时速度从达林顿驶到斯托克顿时，这被公认为铁路运输业诞生的标志。此后他负责利物浦—曼彻斯特铁路的修建，并继续指导法国、德国、北美的第一条铁路的建筑、桥梁设计及机车车辆制造，为世界铁路的发展作出了开拓性的贡献。

1.2 蒸汽机车的发明促进了铁路网的发展

蒸汽机发明不久，就有人想用它作为铁路的牵引动力以代替马，很多人设计开发蒸汽机车。但早期制造的单管道蒸汽机车很不完善。经不断试验改造，1829年英国人乔治和罗伯特·斯蒂芬森父子设计并制造的多烟道蒸汽机车，证明了它作为陆地运输动力的光辉前景。

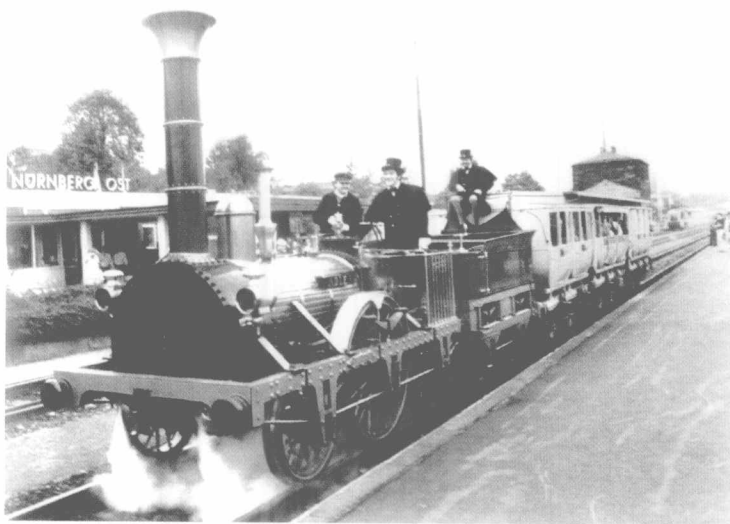
人们都把斯蒂芬森设计的“火箭号”机车作为世界上第一台蒸汽机车，因为它奠定了蒸汽机车的基本原型，一直沿用到现在。“火箭号”机车现保留在英国约克郡铁路博物馆，它仍能开动。以后全球各国制造的各种型号的蒸汽机车，都是在“火箭号”原型上的改善和改造。1830年9月15日，乔治·斯蒂芬森驾驶“火箭号”机车拉一辆客车、运行速度达到58.4千米/时，创造了当时世界交通工具的最高速度。铁路的高速代表了旅行方式的一次飞跃。此后，铁路很快就在欧洲大陆上延伸，德国、法国、意大利、西班牙等国纷纷开始修建铁路。法国第一条铁路圣艾蒂安—安泰基矿山铁路于1828年投入运用，全长21.286千米。1835年德国第一条铁路在纽伦堡和菲尔脱（Fürth）之间诞生。意大利第一条铁路那不勒斯—波蒂奇建成于1839年，西班牙第一条铁路巴塞罗那—马塔罗之间

29 千米的宽轨铁路建成于 1848 年。



世界上第一台蒸汽机车——火箭号

乔治·斯蒂芬森于 1829 年设计的“火箭号”蒸汽机车，多烟道锅炉直径为 101.6 厘米，压力为 352 千帕，总重 5702 千克。牵引力达 8.57 千克，采用双侧卧式汽缸推动主动轮行车，车头带有煤车。



1835 年德国第一条铁路在纽伦堡—菲尔脱之间开行旅客列车

“Adler”号蒸汽机车牵引 6~9 节客车开始运营，在总长约 6 千米的铁路上旅行时间仅 12 分钟到 15 分钟。这相当于旅行速度为 24~30 千米/时。据记载，由司机 Von Berger 开行“Adler”列车还创造了 6 分钟的记录，也就是最高速度达 60 千米/时。

蒸汽机车代替马作为牵引工具在铁路上的应用，给铁路事业带来了革命性的促进。1890年英国已在全国建成了铁路网，铁路总长32000千米。斯托克顿—达林顿铁路开通的初始20年中，经常能保持96.5千米/时的速度。在这样高的速度下运营，促进了铁路各种新技术的蓬勃发展，如研究了完善的制动刹车系统和指挥行车系统等，以保证运输安全。英国议会、政府在1889年通过了铁路规章的立法，要求铁路客车必须装有自动刹车，客运铁路线必须装备有保证两列客车之间有一段安全隔离区（称作区间闭塞）的信号系统，以保证任何区间内前一列车全部离开区间前，其他列车不得进入该区间。

1.3 国外修建铁路的高潮

第一条铁路虽然是出现在英国，但英国本土面积很小，因而铁路规模不大。美国幅员辽阔，其铁路的发展对世界范围内修建铁路高潮的形成产生了重大影响。

1776年美国独立时仅有东部的十几个州，到19世纪前半叶（1830年前），欧洲移民越过阿巴拉契亚山脉向西到密西西比河间的中西部拓荒开发。美国的中西部新的拓荒地主要生产粮食、烟草，南方沿墨西哥湾各州主要是种植棉花的庄园，东北部老的殖民地则发展工业。东北部和南部地区都必须靠出售剩余产品来维持发展，并且都需要从中西部输

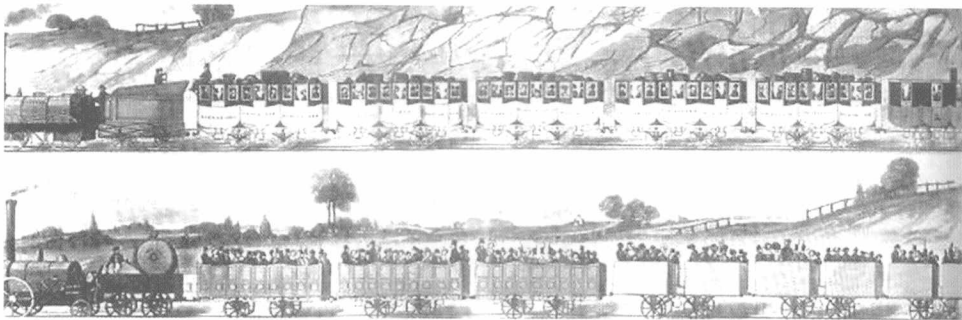
入粮食和烟草。早期开拓中西部过程中修建的走“大篷车”的所谓大道，已不能满足运输的需要。蒸汽机的出现带来了汽船的产生。1811年一艘371吨的“新奥尔良”号从新奥尔良沿密西西比河逆流而上，在很短的时间内征服了有河流可通航的沿岸城镇。东北部纽约州批准沿哈得孙河和莫霍克河向西穿越海拔175米的山脉，人工开通一条运河，直通五大湖地区。这条叫做“伊利”的运河于1825年10月通航，从此把五大湖地区与纽约市连通，全程584千米。中西部的客商和货物都通过伊利运河来到纽约港，再转往欧洲。整个纽约州繁荣起来了。伊利运河的成功使中西部出现了“运河热”。一些不靠近主要通航水道的地区，都想开挖运河与大河连通。但运河要穿越高山，那是既困难而又非一般财力所能承担的。

英国第一条铁路运营的成功，给新兴的美国拓荒者带来了新的陆上交通运输方式。美国人吸收新事物特别快，英国斯蒂芬森的“火箭号”蒸汽机车在1829年展出并使用时，第一台英国造的蒸汽机车“Stourbridge Lion”已从英国运抵了美国宾夕法尼亚州。1830年美国南卡罗来纳铁路成为继英国利物浦—曼彻斯特铁路后的世界上第二条蒸汽机车牵引的经营性铁路。1833年美国又建成了当时全球最长的查尔斯顿到汉堡217千米的铁路。但那时修建的铁路主要分布在东部和中西部与大西洋口岸连通。

人们知道，在美国密苏里州圣路易

斯市中心修建有一个很大的圆弧形拱门，上面刻有“西去之门”。这是纪念美国人由此出发征服西部大片土地而修建的。从这里再往西就逐渐进入落基山脉东侧丘陵高原地带。落基山脉从加拿大由北往南，纵贯北美洲，山脉地区土地贫瘠，多荒漠但亦多矿藏。北落基山脉隐藏的矿产财富吸引了早期的西部开矿拓荒者。加利福尼亚州发现沙金矿更引起了19世纪50年代的到西部去发财的“淘金热”。由落基山脉向东流向密西西比河的河流和向西流向太平洋（尚需再穿过西部另一山脉）的水道都只能间断地提供运输，当时向西扩展的交通主要依靠大篷车和土路。那时有些专门经营陆路运输的商人，从密苏里州发出车队，有

25辆大篷车，每车载货3吨，由12头牛拖曳，以日行24千米的速度缓慢而不停地前进，向军营或矿山，向远西部的分散居民点运送食物和工业品，运回牛皮和贵金属。1858年开始组织了用马车顺驿道递送邮件，从旧金山向东，用了近21天的时间到达圣路易斯。在这种状况下，西部拓荒者急需修筑横贯美洲大陆，连通大西洋口岸和太平洋口岸的铁路。中央太平洋铁路公司承担由西向东穿越内华达山的艰巨任务，联合太平洋铁路公司从密苏里州由东向西穿越落基山脉。1869年5月10日第一条横跨北美大陆的铁路终于在犹他州接轨。此后又先后修建了东西贯通的4条铁路通道。



19世纪中期美国东西铁路大通道上的旅客列车

当时美国报刊上反映的东西铁路大通道上满载旅客的列车正在运营情况的图画。

美国铁路的修建和发展，其速度之快和规模之大令人惊叹，从中也反映了第二次世界大战之前的100年中，铁路运输所扮演的重要角色。1830年末，美国仅有37千米铁路，1850年增加到

14481千米，1870年达85277千米，到20世纪初已达310537千米。1928年美国铁路营业里程达402250千米。1930年，美国从纽约到芝加哥铁路的客车是最受旅客欢迎的“黄金线”，它提供豪

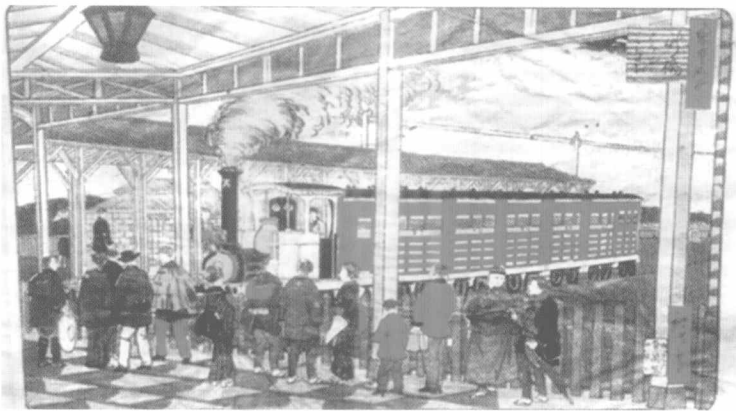
华方便的服务和舒适的旅行。从纽约到芝加哥仅需 16 小时，平均旅行速度近 96 千米/时。铝合金的车体，全列都是卧铺，有单人间和双人间包房，每间都有自己的盥洗室和厕所，有的豪华套房还有起居间和淋浴间。列车除有两节餐车外，还有车尾用于瞭望观景的休息车。最繁忙时，纽约与芝加哥之间每天有 20 趟客车运行。

从 1830 年到 20 世纪 30 年代第二次世界大战之前的 100 年间，美国修建了 60 余万千米的铁路。铁路旅行成为最受欢迎的，也是最舒适的一种旅行方式。

欧洲修建铁路的高潮一直持续到 20 世纪初，除前述英国作为铁路的发源地，1890 年已在全国建成了铁路网，线路总长度达 3.2 万千米；法国 1870 年铁路营业里程达到 1.74 万千米，1921 年达到一个高峰 4.19 万千米；德国 1913 年铁路路网达到最大规模，营业里程达 6.11 万千米；其他欧洲国家的铁路也以相似的势头迅猛发展。

亚洲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，当时印度在英国殖民统治下，于 1853 年在英国人主持下修建了印度第一条铁路，从孟买到塔纳全长 34 千米。巴基斯坦第一条铁路是在 1861 年建成通车，全长 169 千米，是 1676 毫米宽轨轨距。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（新桥）到横浜，于 1869 年开始修建，全长 29 千米，由英国贷款，英国人 Edmund Morel 负责设计修建，轨距是 1067 毫米，采用了与新西兰铁路一样的轨距。1872 年 10 月 14 日由明治天皇主持了日本第一条铁路的开通典礼。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 家私有铁路公司共 4834 千米铁路收归国有。



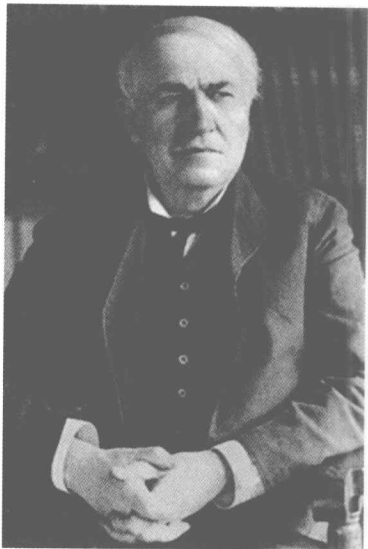
1872 年日本第一条铁路（东京—横浜）开通，当时日本一幅彩画反映开通时的情景

1.4 汽车和飞机对铁路的有力挑战

19世纪末，美国最著名的发明家汤姆·爱迪生发明了第一条实验性的电气化铁道，开创了铁路电力牵引的新时代，大大地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。蒸汽机车功率越来越大，速度也越来越高。1900年英国伦敦—爱丁堡铁路635千米，停靠三个站，旅客列车旅行速度达83.2千米/时。同年，法国巴黎—加莱298千米距离，旅客列车旅行速度达到85.1千米/时；巴黎—圣昆丁154千米距离的旅行

速度达到90.5千米/时。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年德国马菲机车工厂设计制造的4—4—4轮列（意思是机车有4个导轮，4个大动轮，4个从轮）S2/6型蒸汽机车牵引4辆客车（150吨）在巴伐利亚铁路上创造了154.5千米/时最高速度记录。另一项发生在1903年10月27日，德国AEG公司设计生产的三相电力轨道动车创造了210千米/时的世界铁路最高速度记录。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。

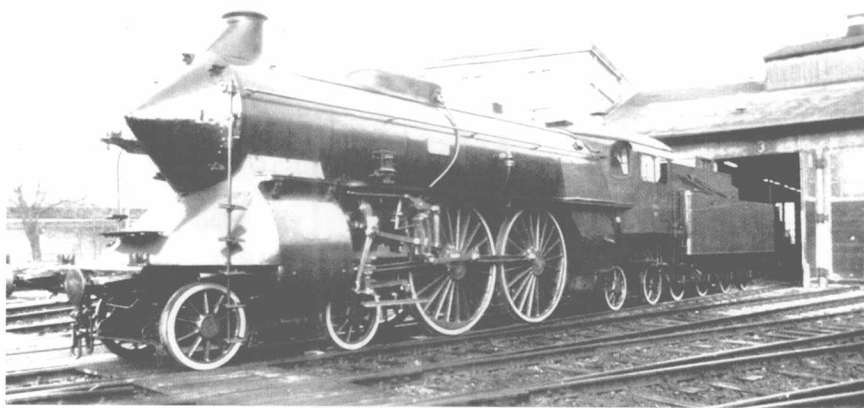


汤姆·爱迪生（1847—1931）

汤姆·爱迪生是世界最著名的发明家，美国式独创性时代发明家中的佼佼者。幼年时听觉失灵，这对爱迪生的性格和事业有很大影响，为他许多发明提供了动力。他只断断续续上了五年学，1859年他12岁开始做铁路列车的童工，后来作铁路报务员，凭借他的刻苦努力和聪明才智，1863年就首先发明了双通道电报机和打印机。此后他开始专心致志从事发明创造，从他的实验室和车间里，又陆续推出了留声机、电话机的话筒和扩音器所必需的碳精送话器，白炽灯、高效率发电机、第一套商业用电灯照明和电力系统、电影放映机等极重要发明，在现代电气化中起了关键作用。在1884年他发明了第一条实验性电气化铁道，并成立电气化铁路与电机公司进行开发。他个人或合作持有创记录的1093项专利。在19世纪末，他是世界上最有名的美国人。



1938年7月3日英国4—6—2轮列流线型“水鸭号”蒸汽机车牵引7辆客车创造203千米/时世界蒸汽机车最高速度记录



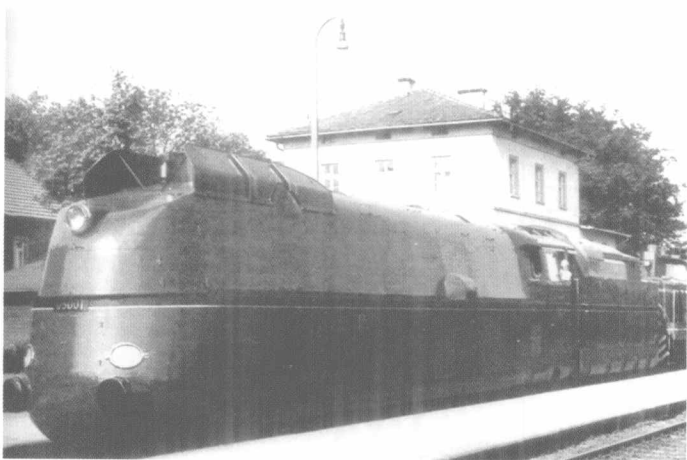
1907年德国S2/6型蒸汽机车创造154.5千米/时速度记录



1903年德国AEG公司三相交流电车创造210千米/时最高速度记录

在第二次世界大战前，世界铁路处于空前大发展的黄金时期。1930年美国每日开行旅客列车已达到空前的15 000列，干线上的平均旅行速度为96千米/时。欧洲各国也是同样的盛况，1938年7月3日英国开行“水鸭号”（Mallard）特快

蒸汽列车，创造203千米/时世界蒸汽机车最高速度记录。1936年5月11日德国开行“汉堡飞人号”特快蒸汽列车，创造200.4千米/时速度记录，均突破了原认为的蒸汽机车“160千米/时”的速度极限。



1936年5月11日德国05001型4—6—4轮列“汉堡飞人号”流线型蒸汽机车创造200.4千米/时最高速度记录

以石油为燃料的内燃机的出现，使运输工具又有了质的改变。1885年德国机械工程师本茨（1844—1929）制成了以内燃机为动力的汽车，1903年美国的莱特兄弟驾驶以内燃机为动力的双翼飞机在空中飞行成功。从此，运输方式多种多样：陆地上有人畜牵引的车、汽车和火车；水上有机轮船和人力船；空中还出现了飞机。多种多样的运输方式相互之间必然出现竞争，而竞争又促进各种运输技术的发展。人们对运输方式的

选择是由多种因素决定的，如运行时间、运行的安全、舒适程度和经济合理等。当然，对于不同的人群、不同的旅行目的，侧重考虑的因素会不同，如经商和公务旅行的人希望旅行时间愈短愈好，因而要求旅行工具的速度要快；而旅游的人群则希望旅行安全舒适。

1910年美国铁路运输正处在兴旺发达阶段，在纽约市中心建筑了举世闻名的宾夕法尼亚铁路总站，花费1亿美元巨资，铁道从郊区由地下进入纽约市曼