

既有铁路列车提速

闵耀兴 黄俊武 于新安 等 编著

华茂崑 审

中 国 铁 道 出 版 社

1997年·北京

编者的话

中国铁道学会为了推进我国既有铁路列车提速进程，作为重点学术活动，于1996年10月，组织了繁忙干线列车提速专家座谈会。本书是以这次专家座谈会上发表的论文为主体，汇集国外既有铁路列车提速的经验，组织了各方面的专家，在进一步深入探讨、补充和扩展的基础上编著而成的。

列车提速是铁路生存与发展的需要，经济发达国家早在五六十年代大都在既有铁路现代化改造的同时，普遍提高了列车的速度。长期以来，我国铁路由于运能短缺，很少顾及列车速度的提高，因而无论是理论研究，还是实践经验均明显不够。本书的出版不但填补了这方面的空缺，而且还可为正在全路广泛展开的列车提速提供理论与实践方面的参考。

本书在编写过程中，得到了铁道部科学研究院和铁道部科学技术信息研究所的大力支持，参考和吸收了他们编写的大量资料，同时还采纳了北方交通大学、西南交通大学、上海铁道大学、四方机车车辆和浦镇车辆工厂以及上海、北京、沈阳和郑州等铁路局在铁道学会组织的专家座谈会上提出的一些意见。本书还得到铁路科技图书出版基金委员会的资助，在此一并致谢。

由于编写人员水平所限，时间又仓促，疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

《既有铁路列车提速》编委会

北京 1997. 1

(京)新登字063号

图书在版编目 (CIP) 数据

既有铁路列车提速/闵耀兴等编著. --北京:中国铁道出版社, 1997

ISBN 7-113-02637-0

I. 既… I. 闵… III. 铁路行车-行车速度-研究-中国
N. U292.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第05191号

既有铁路列车提速

闵耀兴 黄俊武 于新安 等 编著 华茂崑 审

中国铁道出版社出版发行

(北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑 魏京燕 封面设计 马 利

各地新华书店经售

北京市燕山联营印刷厂印

开本: 850×1168 1/32 印张: 10 字数: 263千

1997年4月 第1版 第1次印刷

印数: 1—5200册 (平)

ISBN 7-113-02637-0/U·724 定价: 16.80元 (平)

内 容 简 介

铁路列车提速是市场经济发展的产物，是铁路实现两个根本性转变的需要。本书介绍并总结了国内外既有铁路列车提速的实践与经验；从理论上分析了铁路机车车辆、线路和信号等设备在提速时可能发生的问题，以及对运输能力的影响；提出了既有铁路各方面应采取的对策与措施，以及计算经济效益的方法；给出了列车速度 $140\text{km/h}\sim 200\text{km/h}$ 范围各种设备的技术标准、养护维修和运营等方面的规则；并介绍了我国铁路列车提速的设想。

本书可供领导决策和管理人员及科研、设计、运营、教学等部门的工程技术人员和师生参考。

编委会名单

主 审 华茂崑

主 编 闵耀兴 黄俊武 于新安

委 员 黄问盈 黄建苒 谢肇桐 韩 调

撰著人员名单

第一章 黄俊武

第二章 第一节 齐俊生 第二节 闵耀兴

第三章 第一、二节 黄问盈

第三节 肖锦龙 第四节 康 熊

第五节 罗庆中 方 鸣 第六节 谢贤良

第四章 黄建苒

第五章 谢肇桐

第六章 第一~四节 韩 调

第五~七节 王钰滨

第七章 第一节 齐俊生

第二节 于新安 闵耀兴

第八章 第一节 延秉真译 朱家荷校

第二节 黄俊武

附录 I 管天保

附录 II 黄问盈

附录 III 周道生 王贵棠

附录 IV 黄俊武

序

既有铁路列车提速，从本世纪中叶开始，在世界范围内已普遍展开。60年代铁路高速化以来，既有铁路列车提速又形成高潮，成为世界铁路发展的共同趋势。在我国由于铁路运输占有明显的优势，速度问题反映并不十分强烈。直到近几年，随着改革开放的深入，我国社会主义市场经济的发育与成长，汽车与飞机等现代化运输工具的崛起与发展，铁路运输受到了空前严重的挑战，铁路在运输市场中的份额不断下降，面临着前所未有的激烈竞争态势。突出反映在铁路客运市场出现明显的萎缩，铁路客运周转量在运输业中所占比重1995年比1980年下降了1/3(由占60.6%下降到占39.4%)，地位由第一变为第二位，才引起了全路乃至全国各界的关注。

分析表明，出现这种情况，除公路、航空、水运的建设规模和运输能力迅速增长，运输市场发生了变化的原因外，铁路列车速度太低是其重要因素之一。我国铁路列车运行速度长期在低水平上徘徊。既有线行车设备改造缓慢，技术标准保守，再加上停站多，停点长，致使目前旅客列车全国平均旅行速度不足50km/h，还不及60年代初世界铁路的平均水平，与世界水平差距甚大。

本书从我国既有铁路列车提速的必要性入手，介绍了国内外既有铁路列车提速的实践与经验，并从理论上分别阐述了铁路机车车辆、线路和信号等设备在提速时可能发生的问题与应采取的措施，以及运输能力和经济效益方面的分析与计算；同时，还给出了铁路列车速度在140km/h~200km/h范围内各种设备的技术标准与养护维修、运营规则以及我国铁路沪宁线列车提速的经验等。

本书内容翔实、资料完整、全面，对推动我国既有铁路列车

提速有重要的参考、借鉴价值。

我们应该发挥铁路运量密集、运距适中及轻污染、少占地等优势 and 特点，积极把我国既有铁路运输速度搞上去，尽快实现铁路两个根本性转变。

中国铁道学会理事长

A handwritten signature in black ink, consisting of two characters: '袁' (Yuan) and '挥' (Hui), written in a cursive style.

1997. 1

目 录

第一章 国外既有铁路列车提速概况与经验	(1)
第一节 国外既有铁路列车提速概况	(1)
第二节 国外既有铁路列车提速主要经验	(5)
第二章 我国既有铁路列车速度变化与提速的必要性	(15)
第一节 我国铁路列车速度变化	(15)
第二节 我国既有铁路列车提速的必要性	(20)
第三章 列车提速对我国既有铁路列车体系的要求与对策	(31)
第一节 提速对列车牵引性能的要求与分析	(31)
第二节 提速对列车动力学与制动性能及环保的要求与分析	(54)
第三节 提速的牵引动力选型	(69)
第四节 提速机车车辆试验情况与分析	(80)
第五节 电气化铁道提速对牵引供电的要求与对策	(91)
第六节 快速运行机车车辆的国外情况	(109)
第四章 列车提速对我国既有铁路线路的要求与对策	(125)
第一节 制约列车提速的线路因素	(125)
第二节 对提速线路安全性与舒适性的评定	(132)
第三节 提速线路应采取的措施	(139)
第五章 列车提速对我国既有铁路信号的要求与对策	(153)
第一节 我国铁路信号设备适应性分析	(153)
第二节 适应列车提速的措施	(158)
第三节 平交道口的安全对策	(161)
第四节 适应快速运输的信号技术	(163)

第六章 列车提速条件下我国铁路运输能力及经济效益分析	(167)
第一节 提速区段线路通过能力的理论分析.....	(167)
第二节 提速区段线路通过能力的具体分析.....	(173)
第三节 提速区段线路输送能力的分析.....	(178)
第四节 繁忙干线列车提速的运输组织.....	(179)
第五节 提速经济效益分析方法.....	(185)
第六节 提速经济效益分析中相关经济指标的确定.....	(188)
第七节 结合典型区段列车提速的经济效益分析.....	(193)
第七章 我国既有铁路列车提速展望	(198)
第一节 我国既有铁路列车提速的设想.....	(198)
第二节 需进一步开展的几项工作.....	(212)
第八章 列车提速区段上设备的技术养护和运营规则	(218)
第一节 前苏联既有铁路提速区段上设备的技术养护和运营规则.....	(218)
第二节 广深准高速铁路的设备维修养护和运营规则.....	(245)
附录	(247)
附录 I 沪宁线客货列车提速可行性研究.....	(247)
附录 II 列车牵引参数的选择原则与计算.....	(262)
附录 III 国外铁路线路与轨道结构技术标准.....	(269)
附录 IV 前苏联既有繁忙铁路列车提速步骤与措施.....	(297)

第一章 国外既有铁路列车提速概况与经验

第一节 国外既有铁路列车提速概况

自有铁路以来，行车速度总是随着社会与经济的发展和技术的装备的现代化而逐步提高。特别是第二次大战以后，世界发达国家经济复苏，对交通运输提出新的、更高的要求。但是，近年来便捷的公路运输、高速的航空运输的发展，打破了铁路的垄断地位，从而使运输进入了一个竞争的时代。这更加突出了提高列车速度的意义。

一、1948年～1962年国外既有铁路旅客列车提速概况

1948年～1962年间，世界各国旅客列车平均技术速度从50km/h增至62km/h，增加了12km/h，平均增长率为1.55%。1948年、1955年和1962年，世界一些主要国家旅客列车平均速度的发展概况见表1—1。从表中看出，旅客列车平均技术速度最高的是法国，1962年达104km/h；增长最快的是原联邦德国，12年增加了43km/h，平均年增长率达到4.75%；只有美国，1948年，其速度列世界各国最前列，达81.5km/h，但至1962年，仅增加了2.5km/h，增长最慢，这是由于在此期间美国的航空运输和私人小汽车迅速发展的缘故。1950年～1960年间，美国航空运输占全国旅客周转量的比重从12.7%增至42.1%，上升幅度很大，而铁路则下降很大，从占47.2%下降到占28.6%，同期私人小汽车增加了61%。

表 1-1 一些国家旅客列车平均技术速度 (km/h)

国 家	1948 年	1955 年	1962 年	国 家	1948 年	1955 年	1962 年
法 国	79	92	104	瑞 典	69*	73	78
联邦德国	47	76	90	加拿大	57*	66	67
英 国	73	83	85	民主德国	38	54	65
美 国	81.5	86	84	日 本			64
荷 兰	59	74	82	西班牙	47.5*	54	58
比利时	65*	73.5	81.5	苏 联	33	42	54
瑞 士	69.5	72	79	中 国	29**	37	48
意大利	66*	73	78.5	世界平均	50	57	62

注：* 为 1951 年数字；** 为 1950 年数字。

二、1963 年以来国外铁路列车提速发展概况

特别引人注意的是，一些国家在经济发达地区各大城市间的运输通道中，首先是改造客货运输繁忙的既有干线，使旅客列车最高速度提高到 140km/h~160km/h。1963 年，世界铁路列车达到这种速度的营业线总长达 13000km，继而又修建高速铁路专线。日本从 1964 年建成世界第一条高速铁路专线，即从东海道新干线开始，世界进入了发展高速铁路的时代，法国、原联邦德国、意大利和西班牙等国都先后修建了高速铁路，美国、加拿大、澳大利亚、巴西、韩国、泰国也决定或着手修建高速铁路专线。但是，发达国家在修建高速新线的同时，仍在大力改造铁路既有干线，以建立和扩大本国的和国际的快速（含高速）或高速（含快速）旅客列车系统，其中既有干线提速的发展更为迅速。如法国，至 1995 年，共建 270km/h~300km/h 的高速线约 1300km，但最高速度达 160km/h 及其以上的既有线路达 11000km。这是因为 TGV 列车下高速线在既有铁路上运行的里程往往是其在高速线上运行里程的几倍，因此必须使这些在既有铁路上的 TGV 列车运行速度提高。又如日本，为使新干线与既有铁路联网以扩充新干线的服务面，他们把既有窄轨铁路（轨距 1067mm）的旅客列车速度普遍提

高到 130 km/h, 并正在进行提高到 160km/h 的技术开发。意大利国营铁路计划到 2000 年实现 1200km 的高速铁路网, 并实现与高速铁路联网的快速铁路网(最高速度 200km/h) 达到 7000km, 通过改造既有铁路来实现。据不完全统计, 至 1994 年初, 已有 25 个国家的旅客列车最高速度达到和超过 140km/h, 旅行速度超过 100km/h, 详见表 1—2。一些暂时没有计划修建高速铁路专线的国家, 非常重视既有铁路列车提速。如波兰, 于 1988 年, 成功地改造了华沙—卡托维兹 255km 的中央干线, 其运行图最高速度为 160km/h, 旅行速度为 127.7km/h; 到 2000 年, 计划改造既有铁路使列车最高速度大于 160km/h 的线路长度为 1100km, 140 km/h~160km/h 为 2000km, 120km/h~140km/h 为 2800km。特别值得提出的是印度铁路, 从 1969 年开始, 把主要干线旅客列车的最高速度提高到 120km/h, 80 年代初提高到 130km/h, 1988 年提高到 140km/h。目前印度全国已有 18 趟特快列车的最高速度达到 140km/h, 这些列车把首都新德里和各邦首府连接起来。速度 160km/h 的列车在 1995 年初已试验成功, 1996 年 12 月, 孟买—门格洛尔列车最高速度为 160km/h 的新线竣工, 全长约 860km。泰国国营铁路也计划以首都为中心修建高速铁路和改造现有窄轨铁路, 首先建设曼谷—罗勇 190km 高速线, 计划投资 13 亿美元(平均每公里 684.2 万美元), 双线铁路, 经 11 个车站, 将使运行速度达 150km/h~200km/h, 预计 2005 年左右开通运营; 并将实现曼谷—清迈间 750km 线路的提速改造。匈牙利铁路 2000 年前的战略目标是既有铁路列车提速, 计划将限速线路的比例从现在的 36% 降到 6%, 如: 布达佩斯—维也纳国际干线, 1997 年底将实现列车速度达到 160km/h。

预计, 今后既有铁路列车提速将在世界范围内得到更大的发展。

表 1-2

国外高速和快速线路及速度名次表

名次	国 别	列车型号	铁路线数	最高运行速度 (km/h)	旅行速度 (km/h)
1	法 国	TGV	5	300	239.0~245.6
2	德 国	ICE	5	280	180.0~192.4
3	日 本	希望号	5	275	222.9~230.4
4	西班牙	AVE	5	270	193.4~217.9
5	意大利	ETR450 等	5	250	154.1~163.7
6	英 国	IC225	5	201	168.9~171.1
7	美 国	Metroliner	5	201	150~157.3
8	瑞 典	X2000	5	200	162.6~175.1
9	奥地利	Supercity	2	200	120.3~125.8
10	俄罗斯	ЭР200	2	200	126.2~140
11	澳大利亚	Riverina XPT	1	160	128.5
12	波 兰		3	160	121.9~127.7
13	比利时		1	160	120.7
14	瑞 士	Eurocity		160	113.8
15	南斯拉夫	Rapide 121	1	160	109.2
16	摩洛哥	TNR	1	160	108.3
17	加拿大	Metropolis 等	5	153	137.4~145.4
18	韩 国		1	150	107.7
19	爱尔兰		1	145	123.0
20	芬 兰	Intercity 等	4	140	120.9~130.2
21	荷 兰		1	140	118.3
22	葡萄牙	Alta Rapido	1	140	115.9
23	丹 麦	Lyutog	1	140	112.9
24	埃 及		1	140	101.5
25	印 度	Shatabdi Express	2	140	

注：表中前 5 名是已经运营高速铁路的国家，其既有铁路改造后列车最高速度超过 140km/h 的线路都没有列入此表。

第二节 国外既有铁路列车提速主要经验

一、旅客列车提速目标值的选择

普遍认为，提高列车速度的目的是：通过缩短旅行时间，提高与其他交通工具的竞争能力，增加铁路的收入。当然，与其他交通工具的竞争不能单纯取决于速度，但至少可以说，旅行时间比对方长的话，在竞争中将处于明显的不利地位。

根据瑞士布莱顿博士等的观点，在飞机平均速度为 600km/h（等待、换机和办有关手续等需 90min），汽车平均行驶速度为 80km/h，铁路的等待、换车时间为 30min 的条件下，在近距离（300km 以内）时，如果铁路的平均速度达不到 100km/h，则无法与汽车竞争；在中距离（500km~600km），如果铁路的平均速度达不到 250km/h 以上，将不能与飞机竞争。

1985 年 5 月，欧洲经济委员会（ECE）对铁路行车速度制定了国际定义，规定最高运行速度：客运高速专线为 300km/h；客货混运高速线为 250km/h；既有铁路改造为 160km/h~200km/h。

1991 年 6 月，日本运输省的运输技术审议会提出的“展望 21 世纪运输技术政策”中，有关既有铁路改造的速度规定：1990 年~2000 年实现既有铁路的最高速度为 160km/h 左右；21 世纪实现既有铁路的列车最高速度为 200km/h 左右。

前苏联研究认为，对客货混运的既有铁路，旅客列车最高速度可以规定在 200km/h 以内；而用有轨的机车车辆实现的客运专线上，技术上可能实现的旅客列车最高速度在 350km/h 的范围内。

根据美国、德国、英国和前苏联的既有繁忙干线（分别为华盛顿—波士顿的东北走廊、伦敦—爱丁堡的东海岸干线和莫斯科—列宁格勒（现改名圣彼得堡，下同）干线，分别为 735km、443km 和 650km）的提速实践经验证明，目前中长距离的繁忙干线提速的目标值以 140km/h~160km/h 为宜（采用摆式车体除外）。如果

要将目标值再提高至 200km/h 时,需要相当大的投资。如美国的东北走廊,投资了 21.9 亿美元(其中改造线路为 8.06 亿美元、桥梁为 2.52 亿美元、电气化为 2.52 亿美元、信号为 3.23 亿美元、通信为 900 万美元,其他为 5.5 亿美元),还只实现华盛顿—纽约间 361.7km 的列车最高速度 201km/h,旅行速度 157.3km/h,而华盛顿—波士顿之间特快的平均旅行速度也仅为 102.5km/h;英国的东海岸 443km 的干线,线路改造就花费 5.46 亿英镑(1986 年值),才实现最高速度 210km/h;前苏联的莫斯科—列宁格勒干线,旅客列车最高速度从 160km/h 提高至 200km/h,共花了 20 年(1964 年~1983 年),旅行速度才达到 130.4km/h,并进行了大量技术改造工作,投资也相当大;根据德国既有铁路提速经验,提速的建设费、更新改造费和维修费,在列车最高速度为 160km/h 是一个转折点,上、下相差较大。如道口,列车速度在 160km/h 以上比在 100km/h~160km/h 增加费用 20% 以上。因 1994 年的新技规规定:在列车速度超过 160km/h 的线路上,不允许存在平交道口;信号系统,需采用连续式速度控制装置,费用增加也很显著;接触网导线支出增加 1%~2%;轨枕间距、轨枕长度以及钢轨重量在列车速度为 140km/h~180km/h 时,分别为 60cm、250cm 和 54kg/m,而列车速度超过 180km/h 时,则至少分别为 57cm、260cm 和 60kg/m,其费用当然相差不少;还有曲线半径、道碴、线间距等都会因列车速度超过 160km/h 而增加工程费用较大。采用摆式车体列车可在不改造或尽量少改造线路的条件下使列车最高速度达到 160km/h~200km/h 或更高,是近 30 年来开辟的既有铁路提速的一条新途径,意大利、西班牙、瑞典、瑞士等国都相继采用。繁忙既有干线旅客列车要求最高速度提高到 200km/h,一般是高速列车下高速线或联络线等线路,德国、法国、日本、意大利等国都有这种线路。

二、提高旅客列车速度必须相应提高货物列车速度

国外研究和实践证明,既有铁路旅客列车速度的提高,使扣

除系数急剧增加。因为列车速度不同，为会让快速列车要占用很多能力，要减少这种扣除，最有效的办法是提高货物列车的速度，更合理地铺画列车运行图。一些国家的主要铁路既有干线经改造后客货列车的最高速度见表 1—3。

表 1—3 一些国家既有铁路干线客货列车提速后的速度配置

国 别	客 运 最高速度 (km/h)			货 运 最高速度 (km/h)		
	特快	快车	慢车	特快	快车	慢车
前苏联	160~200	100~130			120	100
法 国	200	140~160	100~140	140~160	100~120	80~90
原联邦德国	160	120~140	120	120	100	80
英 国	160				90	
美 国	201	130~170		140	100~120	89
瑞 典	200	160				90

表 1—4 莫斯科—列宁格勒既有快速列车速度、密度和重量情况

列车种类	最高速度 (km/h)	1975 年			1990 年 (计算值)		
		列车对数	列车重量 (t)	技术速度 (km/h)	列车对数	列车重量 (t)	技术速度 (km/h)
特快列车	200	—	—	—	17	510	185
快车和普通客车	160	25	1000	145	27	1000	145
近郊客车	130	15	606	95	23	522	95
货物列车	100	40	3800	60	47	3800	60

从表 1—3 看出，在旅客列车最高速度达到 160km/h~200km/h 时，货车速度为 80km/h~140km/h，但货运快车都在 90km/h 以上。货运列车的提速一般是根据旅客列车提速而相应提高。如法国铁路，由于旅客列车高速或快速化，货物列车提速经过了 3 步，全国既有铁路货物列车最高速度：1972 年为 80km/h，1986 年为 90km/h，1988 年提高到 100km/h。前苏联铁路与我国铁路相似，在繁忙既有干线客流和货流量都很大，要求客货兼顾，重量密度并重，适当提高速度，所以，在莫斯科—列宁格勒间实现旅客列车提速至 160km/h~200km/h 时，货运列车速度达

100km/h, 货物列车重量达 3800t。列车对数: 1975 年为 80 对, 1990 年增至 114 对 (计算值), 详见表 1—4。

三、既有铁路列车提速可分步进行

根据各国铁路的经验, 在客货列车混运的既有铁路上, 行驶快速旅客列车的要求条件如下:

1. 最高速度为 140km/h 时, 一般用既有运用的机车车辆、线路和通信信号设备, 改造工程量较小, 投资少, 见效快。

2. 最高速度为 160km/h 时, 可利用现有的技术设备, 稍许改善线路断面, 改进机车车辆的走行部分, 提高牵引力和制动力, 采用自动闭塞等; 德国道口采用闪光信号灯加半栏木。

3. 最高速度提高到 200km/h 时, 需对既有客货混运的线路, 改善线路断面, 采用多显示 (四显示等) 机车信号或增加信号显示。如日本和法国, 当速度超过 160km/h 时, 用列车速度控制设备补充地面信号系统; 德国铁路则采用连续式列车速度控制装置, 它既能减轻司机瞭望信号的负担, 又能为程序控制列车运行操作提供了条件。这样, 首先能提高各种速度列车混运线路的通过能力。另外, 需更好地提高制动力, 如采用电子制动和磁轨制动, 还要将平交道口改为立交等。德国在速度超过 160km/h 时, 把道口安全控制纳入连续式列车控制设备内。

前苏联莫斯科—列宁格勒 (现改名圣彼德堡, 下同) 既有铁路, 全长 650km, 在 1958 年~1963 年的 4 年间, 旅客列车最大速度由 100km/h 提高到 160km/h; 旅行速度 (直达) 从 82.3km/h 提高到 119km/h, 至 1975 年提高到 130.4km/h。列车速度的历年变化见表 1—5。从表中可见, 1963 年该线列车最高速度达到 160km/h 以后, 10 多年来, 虽继续进行了线路改造工作, 而最高速度仍未提高, 只有直达速度, 至 1975 年提高了 11km/h, 达 130.4km/h。提速工作是分步进行的。

为实现最高速度 140km/h, 首先关闭 18 个业务量小的车站, 撤掉使用甚少的 100 组道岔, 并对线路上的道岔进行了改造, 更