文章编号:1006－2106(2001)03－0012－04

铁路既有线提速的有利选择——摆式列车

李世斌*

(郑州铁路局 铁道工程建设协会，郑州 450052)

提 要：在近两年来的客运市场竞争中，铁路反败为胜的主要关键是既有线提速。本文先介绍摆式列车的特点，继陈述国外铁路在既有线上采用摆式列车提速的经验和广深线引进“新时速”(X2000)摆式列车的运营成绩。最后建议：进行《在陇海线、京广线采用摆式列车的可行性研究》并租用 X2000 摆式列车进行运营实验。

主题词：铁路既有线；摆式列车；铁路提速

中图分类号：U270 文献标识码： A

1 我国近年来客运市场的形势

我国改革开放二十余年来，经济迅速发展，国民生产总值大幅度提高。部分人民生活相继进入小康。随着实行每周双休日及休假日增多，国内旅游业已形成一个可观的产业。九十年代以来，国内旅游人数及旅游业收入逐年增长，详见表 1。

表 1 1993～1999 年国内旅游人数及旅游收入一览表

项目＼年份	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
旅游人数（万人）	490	600	800	850	900	1000	1100
旅游收入（亿元）	600	900	1300	1600	2000	2700	2800

资料来源：国家旅游局统计

外国人来华旅游人数也逐年增加。1999 年入境旅游人数达 843.2 万人次，创汇 141 亿美元。

客运市场虽如此兴旺，但在 1997 年以前，铁路因列车旅速太慢，抵挡不住高速公路及航空的有力竞争，市场占有份额连年下降并出现亏损。为此，铁路采取有力措施(进行铁路改造，更换提速道岔，添置大功率机车，时速达 160～200 km 的客车等)，经两次全国旅客列车调图，快速列车旅速已超过 100 km/h。形势大为好转。2000 年五一节，连续休假 7 天，全国铁路在 8 个方向，26 条旅游线上开行旅游专列 71.5 对；直通临客 200 列；各局管内临客 715 列。发送 2 712.5 万人数(比去年同期增加 186.9 万人次)；最高日为 5 月 1 日，发送旅客41.35万人次(超过今年春运最高日4.3万人次)；客运收入达 7.5495 亿元。郑州铁路局在图定列车外，加开跨局旅游专列 15 列；管内旅游临客 29 列；管内旅游专列 3 列；加开各种旅游临客 29 列；管内旅游专列 3 列；加挂各种客车 749 辆。把豫、鄂、陕三省游客送到各名山大川及名城。七日共发旅客 281.9 万人次(比去年同期增加 62.5 万人次)；客运进款达 2.6 亿元(比去年同期提高 16.1%)。

铁路客运重新振兴主要原因是提速。加以昼夜行车、全天候行车、旅速超过高速公路、开行多种朝发夕至、夕发朝至、当日往返以及直达各著名景点的旅游专列等满足旅游需要的列车，到发点合适、票价适中、灵活、深受旅客欢迎。

在既有线已进行技术改造的基础上，如再推广采用摆式列车，则百尺竿头可再进一大步。在弯道多的线路上，列车运行时间比传统列车(采用刚性转向架)可缩短 15～35%。现就摆式列车在既有线上运行的优越性分述如次。

2 摆式列车的特点

摆式列车与传统列车相比较，有四个特点：

2.1 径向自导向柔性转向架

传统的刚性转向架在曲线上运行时，两个轮对处

万方数据

* 收稿日期 2001－02－10 李世斌 高级工程师 男 1921 年出生

于平行状态。在经过曲线时，不可避免地造成前导轮对的大冲角。轮对一边向前滚动，一边必须横向朝曲线中心移动；但轮对接触面上的蠕滑力不够大，不能推动轮对横移，外侧导轮贴靠钢轨，产生较大的轮缘力，造成钢轨磨损，轨距挤宽，轮缘垂直磨耗等。因之，刚性转向架在曲线上运行时必须减速。

径向自导向柔性转向架主要靠柔软和灵活的轴箱悬挂保证在曲线上运行时，轮对的曲线基本上处于曲线的半径方向，因之，理论上不存在冲角，大大减少了轮轨的横向作用力。既保证安全，又能在曲线上以高速行驶，减轻轮轨磨耗，节省牵引力。

2.2　有源车体倾摆装置

我国铁路是客货列车共线行驶。曲线处外轨超高量要兼顾客货列车的不同速度。客车在曲线上高速行驶时，外轨超高所产生的分力不足以平衡高速所引起的离心力，旅游感到不舒适。摆式列车的客车采用有源车体摆动装置。通过车体倾摆机构使列车在曲线上高速运行时，车体向内部倾斜，偏转一个角度以增加内分力来抵销大部分的离心力。车体摆动最大倾斜角为 8°，最大有效倾角为 6.5°。大大提高了列车舒适度。

2.3　由于具有上述两个特点，摆式列车在曲线上运行时，通过速度比传统列车可提高 30～40%

根据德国、瑞典、意大利、荷兰等国经验，在同一线路上，摆式列车可以高于传统列车规定的限速运行，见表 2。

表 2　摆式列车和传统列车运行时间的对比

制造厂家	摆式列车型号	A 城	B 城	距离(km)	传统列车		摆式列车		摆式列车与传统列车相比，运行时间缩短/%
					V_{max}/V_{men} (km/h)	运行时间	V_{max}/V_{men} (km/h)	运行时间	
ADtranz	VT611	萨尔布吕肯	法兰克福	221	140/74.9	2 h 57 min	160/88.4	2 h 30 min	15.25
ADtranz	X2000	斯德哥尔摩	哥德堡	453	160/95.4	4 h 45 min	200/140.1	3 h 10 min	33.33
ADtranz	X2000	斯德哥尔摩	马尔默	616	160/99.9	6 h 10 min	200/142.2	4 h 20 min	29.73
菲亚特 Ferroviaria	ETR460	米兰	罗马	605	200/121.0	5 h 00 min	250/144.0	4 h 12 min	16.00
菲亚特 Ferroviaria	S220	赫尔辛基	图尔库	200	160/100.0	2 h 00 min	200/123.7	1 h 28 min	19.17
菲亚特 Ferroviaria	S220	赫尔辛基	塞纳约基	346	160/109.3	3 h 10 min	220/140.3	2 h 10 min	22.11
MAN/西门子/菲亚特	VT610	尼恩贝格	拜罗伊特	93	130/77.5	1 h 12 min	160/97.9	57 min	20.83
MAN/西门子/菲亚特	VT610	尼恩贝格	霍夫	167	130/80.2	2 h 05 min	160/99.2	1 h 41 min	19.20

由表 2 可以看出：在既有线上，摆式列车可以比传统的列车更高的速度运行，如：

(1)尼恩贝格—霍夫：时速由 130 km 提高至 160 km；

(2)萨尔布吕肯—法兰克福：时速由 140 km 提高至 160 km；

(3)斯德哥尔摩—哥德堡：时速由 160 km 提高至 200 km；

(4)赫尔辛基—塞纳约基：时速由 160 km 提高至 220 km；

(5)米兰—罗马：时速由 200 km 提高至 250 km。

其旅行速度则相应提高至：

(1)80.2 km/h→99.2 km/h　(+19.2%)；

(2)74.9 km/h→88.4 km/h　(+15.25%)；

(3)95.4 km/h→143.1 km/h　(+33.33%)；

(4)109.3 km/h→140.3 km/h　(+22.11%)；

(5)121.0 km/h→144 km/h　(+16.0%)。

2.4　列车编组可按市场需求灵活组配

目前国外电力机车交流牵引电动机单机功率可达 1 000～1 600 kW。四轴电力机车功率可达 4 000～6 400 kW。机车功率可随列车重量、线路限坡及最高运行速度来设计。各国摆式列车车辆的座席数也随其车辆长度、宽度、座席行间间距的不同而异。一般是：每行按 1+2 排列，每车座席约为 60 席；2+2 排列约为 80 席；2+3 排列约为 100 席。目前广深线采用的“新时速”列车为 1 动车+6 拖车。拖车均为 2+2 布置，端部拖车一部分为驾驶间。总座席数为 399，动力车为 4 000 kW。瑞典 Sundstrom 先生(摆式列车在中国既有线运行可行性论证组瑞典方成员)建议在京广、陇海线采用每列 17 辆的编组：两端各有一动车力。即：动力车+15 辆拖车+动力车。15 辆拖车中如采用 5 辆 2+

万方数据

2 布置(80×5=400 席),10 辆 2+3 布置(100×10=1 000席),则全列定员可达 1 400 席。如减少 2+2 布置车,增加 3+2 布置车,则席数仍可增加。在我国较为适用。X2000 摆式列车单机可牵引 4～8 辆拖车;双机(两端)牵引,可挂 16 辆拖车。列车编组可随市场客流变化灵活组配。

3 国外在既有线上采用摆式列车提速的经验

1999 年 6 月 30 日在伦敦举行高速列车及摆式列车国际研讨会。据悉:目前全世界共有 13 个(应为 15 个)国家在既有线开行摆式列车。即:日本、法国、意大利、美国、捷克、德国、芬兰、西班牙、葡萄牙、瑞典、挪威、瑞士、英国、加拿大、中国。现简要介绍如次:

3.1 加拿大——1981 年 VIA 铁路公司在魁北克—温莎间采用由拜巴迪尔公司制造的 LRE 摆式列车(内燃牵引),最高时速达 150 km,最大倾斜角为 8.5°。

3.2 意大利——1986～1989 年研制出 ETR450 摆式列车,在罗马—米兰线投入运营。嗣后,RTR460、ETR480 分别于 1995、1997 年投入运营,这三种列车最高时速为 250 km。

3.3 瑞典——1990 年 9 月,ABB 公司制造的 X2000 摆式列车在斯德哥尔摩—哥德堡间运营,最高时速为 210 km。实际最大倾斜为 6.5°。

3.4 西班牙——Talgo-200 宽轨摆式列车已投入运营,最高时速为 210 km。1999 年又订购 10 列 IC2000 以及 2 列用于地区运营的车辆。

3.5 德国——1993 年 VT610 摆式列车在纽伦堡—罗伊特—霍夫间投入运营。1997 年又有 50 列 VT611 投入运营。1998 年有 43 列 ICT-EF 摆式列车投入运营。1999 年又投入 83 列 VT612 和 20 列 ICT-VT 用于既有线提速,ICT 最高时速达 230 km。

3.6 美国——1994 年采用 Pendular Talgo 摆式列车,在西雅图—波兰特线上用于提速运行。1995 年又用于西雅图—加拿大范库费峰间运行。1996 年 Amtrak 公司订购由邦巴迪尔和阿尔斯通公司研制的 Acela 摆式列车用于波士顿—纽约—华盛顿线提速运行。

3.7 瑞士——1996 年瑞士铁路公司与意大利国营铁路公司合作,采用 9 列 ETR470 摆式列车,共同在两国间运营。1998 年瑞士铁路公司订购 24 列摆式列车,用于城际运行。

3.8 英国——1998 年英国向阿尔斯通公司和意大利公司订购 80 列 Virgin 型摆式列车用于伦敦—格拉斯哥线上提速运行。

万方数据

3.9 法国——正在试验 TGV-Pandulaire 型摆式列车,在高速线上最高时速为 320 km;在既有线上最高时速为 220 km。

3.10 芬兰——1995 年引进两列 S220 摆式列车在赫尔辛基—塔库线上试运行,后又引进 23 列。

3.11 捷克——1995 年订购 10 列摆式列车用于柏林—布拉格—维也纳间运行。

3.12 葡萄牙——1998 年订购 10 列摆式列车用于既有线运行。

3.13 挪威——1998 年订购 16 列摆式列车用于既有线运行。

4 我国引进摆式列车的运营经验

广深线引进瑞典 X2000 摆式列车(我国名"新时速"列车)于 1998 年 8 月 28 日正式投入运营。截止至 2000 年 2 月 20 日,共运营 541 天。开行 4 793 趟次,走行 76 万 km(平均每日运行 1 404 km)。每日开行广深间 5 对(其中一对备用),广九间一对;或广深、广九各 2 对。广深间运行 55 分钟;广九间运行 92 分钟。

"新时速"列车在租赁期间,每天都要维持运行,检修时间在 3～5 h 内完成。30 万 km 和 60 万 km 修程也是分散在夜间完成的。不需要扣车。该车组是我国第一列以时速 200 km 运营的高速列车,以较小的投入,实现了在既有线开行高速列车的首例。列车车底周转快,每天在广深间完成 6 个往返,是准高速列车的 2 倍左右。2 年内未进行过段修、厂修,其可靠性及使用率均属上乘。

1999 年"新时速"列车收入约一亿元,全年租费 1 500 万元,扣除运营、维修费用,利润可观。列车运行平稳、舒适,设备档次高、整洁、安静、厕所无臭味,加速、制动均无冲动,深受乘客好评。

5 建议

1994 年铁道部与瑞典国铁曾共同进行《瑞典 X2000 摆式列车在中国应用的可行性研究》。根据该研究报告,对北京—郑州;郑州—宝鸡;广州—深圳三线使用 X2000 的各方面进行了论证、研究。其中关于京郑线及郑宝线传统列车与摆式列车运行时分(按牵引计算)的比较见表 3。

由表 3 可以看出:摆式列车在弯道较多的陇海线提速效果较为显著。据报导:兰州局将在陇海线、兰新线进行全面提速,客车时速可达 120～140 km。武威分局进行的提速试验(天水—嘉峪关间 1 181 km)下行最高达 148 km/h,上行达 165.2 km/h。京广线京—武间更换提速道岔已接近完工,因此建议:立项对《在陇

海线、京广线采用 X2000 摆式列车的可行性》进行研究。如认为可行，可租用 X2000 摆式列车进行实际运行实验。根据欧洲经验：在限速为 160 km/h 的既有线上，摆式列车（因具有优良的线路适应性）可以 200 km/h 速度运行。京广线、陇海线行驶速度如能达到 160 km/h，采用摆式列车，京—郑间运行时分仅需 4 h 50 m，比现行快速列车旅速提高 25%。郑—宝间仅需 5 h 12 m，比现行特快列车缩短 50%。我国铁路技术政策已经决定加速研制时速为 200～250 km 的高速动车组和摆式列车。京广、陇海两线进行摆式列车运行试验如获成功，将对我国推广摆式列车在既有线上提速累积宝贵的经验，并为我国摆式列车制造提供广阔的市场。

表 3　北京—郑州间　郑州—宝鸡间传统列车与摆式列车运行时分比较表

项目 \ 运行时分	最高限速(km/h)			
	200	160	140	120
北京—郑州 (689 km)				
传统列车	5 h 23 m	5 h 30 m	5 h 42 m	5 h 12 m
摆式列车	4 h 36 m	4 h 50 m	5 h 14 m	5 h 58 m
时间缩短	14.6%	11.9%	8.2%	5.6%
郑州—宝鸡 (684 km)				
传统列车	6 h 36 m	6 h 39 m	6 h 46 m	7 h
摆式列车	5 h 04 m	5 h 12 m	5 h 26 m	5 h 55 m
时间缩短	23.1%	21.8%	19.7%	15.5%

TILTING TRAINS——ADVENTAGEOUS SELECTION OF RAISING SPEED ON EXISTING RAILWAYS

LI Shi-wu
Zhengzhou Railway Administration

Abstract: During the serious competition of passenger traffic market in recent two years, the raising speed on existing railways was the key for railways to convert the failure into success. The specialities of raising speed by using tilting trains on existing railways abroad, as well as the operation achievements by importin the "New Speed" (X2000) titling trains running on the Guang-Shen Railway, are described. Finally, it is suggested that "the feasibility research of applying the tilting trains on Long-Hai and Jing-Guang Railway Lines"should be established and the operation tests by renting the tilting trains should be put forward also.

Key words: existing railways; tilting train; raising speed on railway

（上接第 17 页）

至于对线路等方面的要求，由路网公司负责实施，采取优质优价的经营政策，不断增加积累，增加铁路的发展后劲。铁道部在这当中负责各项法规政策的制订和宏观调控以及协调处理工作。争取在较短时间内，使我国的铁路建设和技术水平跃上一个新台阶，加速我国铁路管理模式与国际铁路接轨的步伐。

ELEMENTARY TALKING ABOUT RAISING SPEED ON EXISTING RAILWAYS IN MOUNTAINOUS REGIONS

SU Xian-qin
Second Survey and Design Institute of MOR

Abstract: The consideration which has been proposed in this paper for raising speed on existing railways in the mountainous regions should be divided into two stages, i. e. up to design speed, and then raising speed. The optimum selection for raising speed of railways in mountainous regions by using tilting trains is described in detail. While, the necessity to put forward the market control and regulation for raising speed of railways in mountainous regions is emphasized also in this paper.

万方数据

Key words: existing railways in mountainous regions; measures for raising speed; tilting trains

铁路既有线提速的有利选择--摆式列车

万方数据 WANFANG DATA 文献链接

作者： 李世斌
作者单位： 郑州铁路局,铁道工程建设协会,
刊名： 铁道工程学报 ISTIC PKU
英文刊名： JOURNAL OF THE RAILWAY ENGINEERING SOCIETY
年，卷(期)： 2001(3)
被引用次数： 1次

本文读者也读过(5条)

1. 杨国桢.YANG Guo-zhen 国外摆式列车及其转向架的发展(续六)--西班牙Talgo摆式列车[期刊论文]-铁道车辆 2000,38(1)
2. 王开文 我国摆式列车开发中若干技术问题的探讨[期刊论文]-西南交通大学学报2000,35(6)
3. 杨国桢.YANG Guo-zhen 国外摆式列车及其转向架的发展(续七)--日本摆式列车[期刊论文]-铁道车辆2000,38(2)
4. 李芾 国外摆式列车发展和运用概况[期刊论文]-西南交通大学学报2000,35(6)
5. 杨国桢.YANG Guo-zhen 国外摆式列车及其转向架的发展(续完)[期刊论文]-铁道车辆2000,38(4)

引证文献(1条)

1.冯龙.朱衡君 摆式列车技术的发展[期刊论文]-铁道机车车辆 2005(1)

引用本文格式：李世斌 铁路既有线提速的有利选择--摆式列车[期刊论文]-铁道工程学报 2001(3)