

关于我国高速磁悬浮列车发展战略的思考

Thoughts on Developmental Strategies of China's High-Speed Maglev

严陆光
(中国科学院电工研究所, 中国科学院院士 北京 100080)

一、高速磁悬浮列车的优特点和国际发展战略

整个人类客运交通发展的历史是一个速度不断提高的历史。每一种新型交通工具的出现和重大技术的突破都伴随着速度的显著提高。20 世纪在这方面的成就尤为突出, 飞机、汽车与火车均在不断刷新其速度记录, 特别令人瞩目的是出现了高速磁悬浮列车。它的高速发展将使人类地面客运的速度在 21 世纪前、中期可以达到 500 公里/时的新水平。

第一条轮轨铁路出现在 1825 年, 经过 140 年努力, 其运营速度才突破 200 公里/时, 由 200 公里/时到 300 公里/时又花了近 30 年。虽然技术还在完善与发展, 但继续提高速度的余地已不大, 因受到了用轮轨支撑和受电弓供电的限制。高速磁悬浮列车用电磁力将列车浮起而取消了轮轨, 采用长定子同步直线电机将电供至地面线圈, 驱动列车高速行驶, 从而取消了受电弓, 实现了与地面没有接触、不带燃料的地面飞行, 克服了传统轮轨铁路的主要困难。已经证实的高速磁悬浮列车的主要优点与特点是: (1) 克服了传统轮轨铁路提速的主要障碍, 有着更加广阔的发展前景; (2) 阻力小, 能耗低; (3) 噪音小, 振动低; (4) 起动制动快, 爬坡能力强, 选线自由度较大; (5) 安全、舒适、维护少; (6) 采用电力驱动, 不燃油; (7) 技术还在完善与发展, 还要解决建设与运营中的一些实际问题, 有待形成产业化。

高速磁悬浮列车的主要优点在于它是当今唯一能达到 500 公里/时运营速度的地面交通工具, 这决定了它的主要应用领域。图 1 示出了简单分析得出的旅行距离 l 与列车速度 v 坐标内列车与民航 (700 与 900 公里/时) 及列车与汽车 (80 与 120 公里/时) 的等旅行时间曲线。可以看出, 如果列车速度停留在今天的 100~160 公里/时水平, 不去大幅度提高, 随着高速公路与民航的高速发展, 以及经济发展导致的节约旅行时间的重要性日益增大, 铁

路客运将会逐渐为汽车和飞机客运所取代, 其在全国客运中的份额将逐渐减少, 像美国几十年前发生的那样。实际上, 有关现象在我国也已经出现, 70 年代后期起公路客运的份额已由约 60% 增至当前的近 90%; 80 年代末期, 民航客运份额已开始急剧上升。这种情况有力地说明了铁路客运提高速度的迫切性。当铁路客运采取大力发展轮轨高速铁路的措施, 使平均速度达到当前世界最高的 300 公里/时水平时, 则可在 200~800 公里旅行距离的范围内, 有效地吸引旅客, 保持铁路客运的一定份额, 但在更远距离内就必然会被民航所取代。如采用高速磁悬浮列车, 使时速达到 500 公里/时, 则将使与民航相竞争的旅行扩大到 1700~2500 公里, 这充分地显示了高速磁悬浮列车的优越性。除此之外, 由于铁路建设既要投资于建路, 又要投资于买车, 建造新线的经济性在很大程度上决定于客流量的大小, 大客流量的要求已成为制约铁路发展的重要因素, 这也是民航与公路更易迅速发展的重要原因。综上所述, 在整个交通系统中, 高速磁悬浮列车主要适用于旅行距离在 200~2000 公里之间的大城市间、大客流量的高速客运, 它有利于继续保持铁路系统在客运中的重要地位并与民航的发展相协调^[1]。

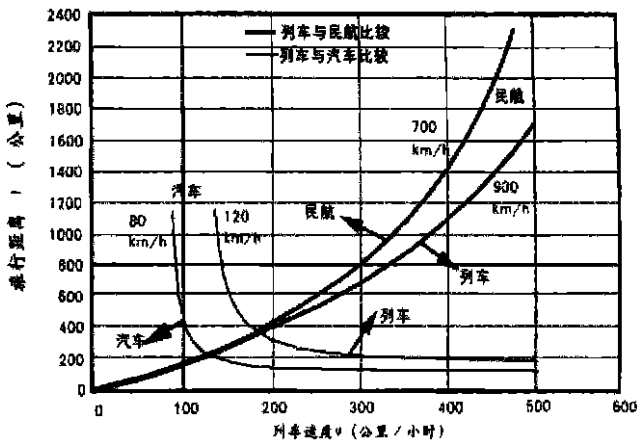


图 1 等旅行时间线

作为一种完全新型的交通运输高技术,高速磁悬浮列车的战略发展顺序大致要经历4个阶段:(1)技术方案的基础性研究,证明方案的可行性与优越性;(2)选定方案的工程技术研究发展,证实整个系统及全部装备可以安全、可靠、经济地实际运行;(3)建造足够长的实用运营线,实现有关装备、工程与运营的产业化;(4)大规模推广应用,逐步提高其在整个交通运输系统中的地位。当然,实际工作总是以某一阶段为主,继续进行着一些前一阶段的工作,并为下一阶段做积极准备。

与其它高新技术发展相比,高速磁悬浮列车又有着一些自身的特点。首先,在基础性研究方面,虽然采用磁悬浮直线驱动原理是共同的,但悬浮与直线电机的磁体可以是电磁铁、永久磁铁或超导磁体,悬浮可以依赖磁体与铁磁物质间的吸引力,以及运动磁场与在导体中感生涡流间的电动斥力或超导体反磁性的斥力。直线电机、车辆与线路可以有各种不同的结构,已经形成了10余种技术方案,随着各种高新技术的发展,还在不断提出一些新方案和已有方案的改进措施。国际上对技术方案基础性研究项目的支持力度均在百万美元量级,在充分论证基础上从多方面给予了一定支持,全世界有近10个小组在持续积极地工作。第二,由于达到400~500公里/时的高速必须要有长20~30公里的试验线,客运的安全可靠性又要求车辆要经过行走数十万公里长期耐久性的考验,使得选定方案的工程技术研究发展阶段是一个耗资近10亿美元的长期阶段,这需要国家给予长期的持续支持。第三,高速磁悬浮列车主要适用于长距离、大客流量的高速客运,选准合适的足够长的实用运营线对于其实用化与产业化至关重要,这方面又有着特殊的困难。主要困难在于:这种大客流量长线的需求有限,需要上百亿美元的巨额投资和面临着与民航和高速轮轨铁路的激烈竞争;这种项目对任何国家都将是普遍关注的国家重大工程,为能得到批准实施必须尽早做好各方面准备。这些特点决定了明确高速磁悬浮列车发展战略的特殊重要性,即必须分成若干战略阶段,由一个阶段过渡到另一阶段必须做好充分准备。

虽然早在上世纪20年代就已提出了磁悬浮列车的设想,但直至60年代才与多种电工新技术的发展紧密结合,认真开展了有关的基础性研究和出现了初始的示范性模型实验车。日本、德国列入了国家研究发展计划,得到了持续有力的支持。日、德大约花了10余年时间研究完善了各自的超导磁悬浮MLX与常导磁悬浮Transrapid系统方案,70年代后期至80年代决定建设了试验线,各自投入数十亿美元的经费,认真进行了卓有成效的工程技术研究发展工作,使得运营时速可达500公里的高速磁悬浮列车技术达到成熟,可以进入建造实用运营线阶

段。他们还分别选择了东京—大阪与汉堡—柏林线作为实用线,进行了多年认真的研究设计与建设准备工作,可惜未能落实建造。除日、德外,瑞士、美国等国也开展了多种方案的基础性研究工作,并努力向工程技术研究发展阶段迈进。^[4]

二、我国的工作基础与应有的发展战略

我国幅员辽阔,南北5500公里、东西5200公里,人口众多,经济正处于腾飞阶段,在21世纪中叶将达到中等发达国家水平,对于高速客运交通的需求日益增大。民航、公路与铁路均在积极发展,正处于需根据需求和国际发展经验,对未来高速交通发展战略进行抉择的关键时期。根据预测,我国铁路在21世纪上半叶仍属于建设高潮时期,总长将达0.8万公里的高速客运专线网是一项重大任务,采用传统的高速轮轨技术还是先进的高速磁悬浮技术已成为面临的热点问题。经过近年来多方的努力,我国需要发展高速磁悬浮列车已取得了一定共识^[2],已决定引进德国Transrapid技术,建设上海浦东试验运营线^[3],并将“高速磁悬浮列车技术”作为专项列入了“十五”国家863计划,正在动员和组织各方面有关力量来推进高速磁悬浮列车在我国的发展。明确我国的发展战略在当前有着十分重要的意义。

对于确定我国的发展战略来说,最重要的是:一方面由我国的实际需求和客运交通系统发展现状出发,我国很可能是在全世界率先实现长大干线运营线的国家,从而完善高速磁悬浮技术与实现产业化的重大任务将历史性地转移到我们身上;另一方面,我国自身的研究发展、工程与产业化的基础与力量又相当薄弱,与国际先进水平有很大差距,因此,要有效地进行国际合作,在充分消化吸收国际先进技术和经验基础上,继续向上攀登。自20世纪90年代中期,我们积极推进高速磁悬浮列车技术在我国的发展以来,曾多次反复研究过有关问题。

前述的日、德等国在发展磁悬浮列车取得的成就引起了我国科技人员的关注,“八五”期间科技部在国家科技攻关计划中安排了“磁悬浮列车重大关键技术研究”项目,支持组织了铁道科学院组(组长袁维慈)、西南交通大学(组长连级三)、国防科技大学(组长常文森)与中科院电工所(组长徐善纲)4个小组,开展了常导低速磁悬浮列车的研制工作,先后研制成功多台试验车(见封底图),并积极推进在青城山与八达岭建设实用旅游示范线。90年代中期还与德国合作,开展了高温超导磁悬浮列车的原理性研究,在中国科学院电工研究所建立了小型模型,后来在863计划支持下,西南交通大学等单位研制成功了载人的模型车。通过这些工作,初步形成了我国自身的研究发展队伍,为今后工作打下了一定基础。

为了促进高速磁悬浮列车在我国的发展,1994年6月严陆光、何祚庥、程庆国院士发起组织了第十八次香山科学会议——中国高速铁路技术发展战略学术座谈会,我国有关主要专家均参加了会议,邀请了美国阿冈实验室何建良博士作了“世界磁悬浮列车发展的回顾与展望”的报告,会议建议大力加强超高速磁悬浮铁路技术的研究与发展,并列入国家“九五”计划。1996年4月国家科委牵头组织了国家“九五”重大软课题“磁浮列车重大技术经济问题研究”,进行了较细的调研论证工作。在此期间,还与日方合作进行了沪杭高速磁浮铁路可行性的初步论证,软课题于1998年11月完成,写出了报告^[5],简述了磁悬浮列车的可行性和基本思路。1997年10月还在杭州开了磁悬浮列车在中国应用的国际研讨会。

1998年6月2日,朱基总理在中国科学院和中国工程院两院院士大会讲话中提出了京沪高速线为什么不采用先进的磁悬浮列车的问题,引起了大家的重视,开始了有关我国高速磁悬浮列车发展战略的认真研究与讨论。中国工程院沈志云、钱清泉院士组织了“磁悬浮与轮轨高速列车分析比较”的软课题研究,先后于1998年10月、11月、12月开了3次研讨会。1998年9月开始,中国国际工程咨询公司组织了京沪高速铁路项目评审组,下设磁悬浮组(组长严陆光),12月进行了沿线现场调研,还组织了多次研讨评审会议。1999年9月公司董事长屠由瑞主持举行了“高速轮轨与磁悬浮系统比较研讨会”。通过这些活动,不同意见展开了激烈的争论,使得认识得以深化。大家逐渐认识到,要在我国有效地推进高速磁悬浮列车的发展与实用,需要在国际上已有的发展基础上,根据我国的实际需求,大致经过5个阶段:(1)发展高速磁悬浮列车必要性的论证;(2)引进技术基础上,建设试验运营线;(3)为长大干线采用磁悬浮技术进行论证,组建自主的研究发展骨干队伍;(4)建设长大干线,实现相关装备的产业化与国产化;(5)在我国未来的高速客运专线网中,逐步使磁悬浮列车发挥骨干作用。经过近年来的持续努力,第一、二两项任务取得了可喜的进展,正在开始努力组织第三阶段工作。

三、在我国发展高速磁悬浮列车的必要性

时速可达500公里的高速磁悬浮列车主要适用于长距离、大城市间、大流量的客运。各国是否需要它,则取决于该国的国情,最主要的是客运发展的需求及已有交通系统的发展状况。我国是否需要高速磁悬浮列车和如何预测我国铁路网的需求,与我国的长远发展紧密相关。铁道部经济规划研究院路网研究所李宏等同志发表了21世纪上半叶我国铁

路网需求与总规模的预测研究结果,并提出了发展设想。按照他们的研究意见,我国铁路在21世纪上半叶仍属建设高潮时期,大约至2050年可基本形成满足需求的铁路网。据预测:2050年全国人口约14.7亿人、城镇人口约占75%;铁路年人均乘车率将由目前的0.8次增至约3次;铁路旅客平均行程将由目前的约360公里增至460~500公里;铁路旅客周转量将达2.0~2.2万亿人公里。

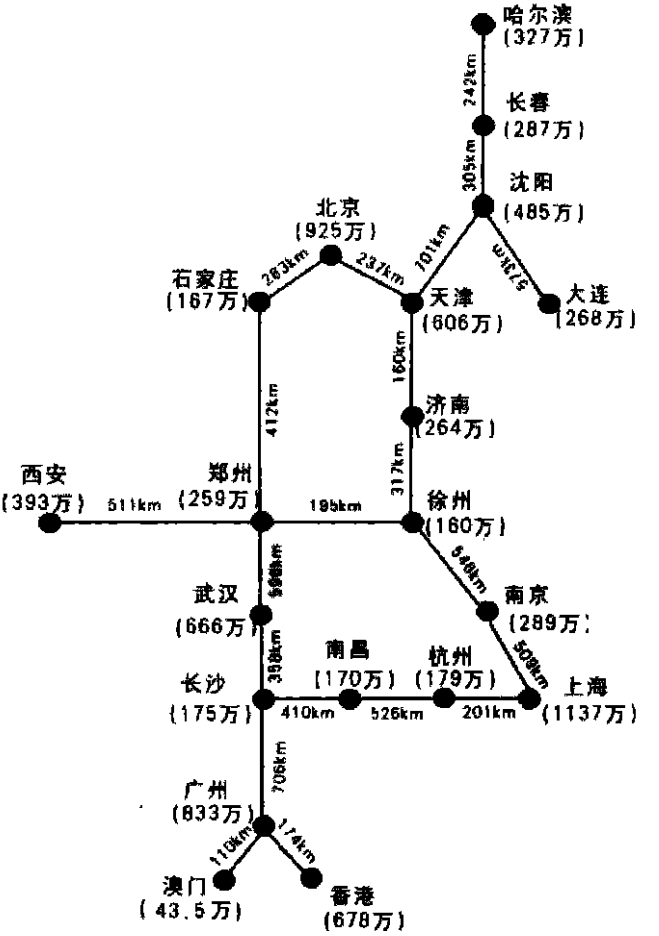


图2 我国高速客运专线网示意图

从上述预测需求出发,他们建议:我国铁路网总规模将由目前的6.5万公里增至12万公里,由2部分组成:约0.8万公里的高速客运专线网;约2.2万公里的客货混跑快速客运网;约9万公里的普通铁路网。图2示出了所建议的高速客运专线网示意图,并示出了主要枢纽城市的现有人口和城市间距离。显然,当前问题的关键在于21世纪上半叶我国将建造的目前为零、全长近8000公里的高速客运专线网应该采用500公里/时的高速磁悬浮列车还是300公里/时的高速轮轨列车。这是决定我国是否需要高速磁悬浮列车的基础。

我国需要发展高速磁悬浮列车就在于它最适

合于我国高速客运专线网的发展,这是因为以下 4 方面的必要性。

1. 我国幅员辽阔、人口众多。目前考虑的主要客运专线(京沪 1 320 公里,京广港澳 2 550 公里,哈大 940 公里,徐州—宝鸡 1 030 公里,浙赣 940 公里,津沈 703 公里,沪杭 194 公里)大多在 1 000 公里以上。时速 500 公里的磁悬浮列车比时速 300 公里的高速轮轨列车在旅客选择民航或铁路中具有显著的优越性。高速磁浮的投资成本比高速轮轨高出不多,而其更高速的优越性必然会使其成为优先选择的方案。

2. 我国至今尚无客运专线,高速客运网的形成大约需半个世纪的持续努力,而这恰恰可成为我们在交通领域实现技术跨越发展、发挥后发优势、后来居上的重要机遇。虽然高速磁浮技术目前尚不如高速轮轨成熟,但只要统一认识、下定决心、认真抓紧工作,成功是完全可能的。

3. 高速磁悬浮体系的发展将带动当前众多高新技术前沿的发展,这些高新技术本身又将为新兴产业的形成和经济发展发挥重要的作用。我国及时抓住高速磁悬浮体系的发展机遇,将为我国在 21 世纪中叶相关产业的发展处于国际前列奠定良好的基础。

4. 还应该考虑到,着眼于我国科技发展战略,21 世纪上半叶应逐步从“仿照,跟踪”走向“赶超,创新”,“实现技术跨越跳过传统发展模式,迎头赶上”应是一个重大战略的原则与措施。

徐冠华院士多次强调:“以磁悬浮列车为代表的高速轨道交通,占地少,污染低,经济前景效益好,技术条件已基本具备,我国铁路、公路系统还不够发达,这恰恰成为我们在交通领域有望实现技术跨越跳过传统发展模式的便利条件。”何祚庥院士根据我国一些重大决策的历史经验强调:“在技术路线的选择或决策上,既要看到决策的现实性,还必须要预见到决策的超前性。否则到了未来,落后的决策就失去了未来的现实性。”这些意见值得重视。

可喜的是经过激烈的争论,在发展高速磁浮的必要性问题上已取得了一定的共识。

四、引进技术,建造试验运营线

鉴于日本与德国已将 TRANSRAPID 与 MLX 技术发展到了可建造实际运营线的阶段,我国的发展应在充分引进、消化、吸收国际先进技术基础上,继续向上攀登。大家一致认为,引进技术,建设试验运营线应是首要的措施,主要考虑到以下几点。(1) 这条线将是我国今后自主研究发展的试验基地,要能达到 500 公里/时的运行速度。(2) 由于主要技术已在国际上进行过试验,这条线要能载客运营,满足实际的客运需求,以积累运营经验,同时解决一定资金来源。(3) 以安全、可靠、经济的运行充分显示其

优越性,可对广大民众发挥有效的示范宣传作用;以建设试验运营线的重大工程项目带动,可有效地开展国际合作,引进与消化国际先进技术与经验,有力地组织我国自身的研究发展、工程和运营队伍,掌握并积累设计、工程建设与运营等经验,逐步实现国产化与创新,为尽早建设长距离实用线与实现产业化打下坚实基础。

在我国需要高速磁悬浮列车取得一定共识基础上,从 1999 年中开始,我们就大力促进有关工作。1999 年 11 月我国科技部高新技术司与德国 Transrapid 国际公司签订了在中国建设试验运营线的可行性研究意向书,科技部并组织了前期预可行性研究项目组(组长严陆光,副组长常文森、徐善纲)积极开展了工作。此工作得到上海市与北京市政府领导的积极支持,提出了两个候选方案,派人参加了项目组。2000 年 6 月项目组提出了初步可行性研究报告^[7],指出:“高速磁悬浮铁路技术在德国已经成熟,有关装备已获得生产许可,通过国际合作与引进技术,结合国内攻关,在我国建造试验运营线的条件已经具备,技术风险不大。德国方面也有着较高的合作积极性”;“上海市建设的线路为浦东机场与市区客流快速通道,又具有旅游观光价值,需求迫切,较易实施,准备较充分,比较理想,应力争早日立项,及早开始建造工作。”2000 年 6 月 30 日,中德两国政府正式签订合作开展上海高速磁悬浮列车示范线项目可行性研究的协议;8 月,国家计委批准了项目建议书;同月,上海申通集团等 6 家公司联合出资 20 亿元注册成立上海磁悬浮交通发展有限公司,上海市批准成立了上海市磁悬浮快速列车工程指挥部,使工程项目启动得到强有力的资金和组织保证。2001 年 1 月 23 日,上海磁悬浮交通发展有限公司与由德国西门子公司、蒂森快速列车系统公司和磁悬浮国际公司组成的联合体签署了《上海磁悬浮列车项目供货和服务合同》,2001 年 3 月 1 日工程正式开工。

上海示范线工程(见封底示意图),西起地铁 2 号线龙阳路站,东至浦东国际机场;正线全长约 30 公里,双线折返运行,由 7 段曲线组成;最小曲率半径 650 米,最大 8 000 米,曲线部分占全长约 62%。整个工程还包括两个车站,站台长 210 米、宽 7 米,并考虑今后增加中间站的可能性;两个容量为 40 及 50 兆伏安的牵引变电站,1 个运行控制中心、1 个维修基地和 1 个制梁基地。设计最高时速为 430 公里/时,加速与减速限制在 1 米/秒以内,从而以 430 公里/时运行约 10 公里,单向运行时间约 8 分钟。第一阶段运行,计划订购 3 列各 5 节共 15 节 TR-08 车辆,平均定员 100 人/节。目前整个工程进展良好,期望可按计划于 2002 年秋完成轨道梁制造、加工、吊装和开始车辆组装,2003 年初单线 1 列 3 节车试运行,2003 年底全线

完成考核验收投入运营。

上海示范线的建造标志着我国高速磁悬浮列车的发展进入了工程技术研究发展阶段，是继日、德后的世界第三个国家。上海线的建设和安全、可靠、经济的运营无疑是当前最重要的任务，也是我国未来的长大高速客运专线（例如京沪高速线）能采用磁悬浮方案的首要的、必备的条件。对于未来长大干线的建设来说，上海线是精密轨道梁及土建工程的研发基地、车辆与机电装备的高速试验基地，并可为工程建设与运营培养骨干队伍。

五、长大干线可行性研究论证与组织自主的研究发展队伍

高速磁悬浮列车主要适用于长距离、大客流量的高速客运，在技术成熟以后，其真正的实用化与产业化必须要有建造实用长大干线的任务来牵引，国际上的发展就在这方面遇到了很大困难，我们应该及早有所准备。在比较顺利地落实了上海示范线建造任务后，及时抓紧组织长大干线可行性研究论证已成为另一方面的重大任务，我们结合“十五”国家 863 计划重大专项“高速磁悬浮列车技术”的安排，从 2001 年夏开始积极促进有关工作。

京沪高速铁路是我国实施高速专线客运的首选长大干线，也可能是 21 世纪前期我国以及全世界唯一将投入建造的长大干线。我国铁道部已进行了长期的建造京沪高速轮轨铁路的可行性研究，1998 年提出了“新建北京至上海高速轮轨铁路项目建议书”，图 3 上示出了所建议选线的地理位置示意图。参加该项目建议书评审工作后，我们有以下比较。

(1) 京沪高速线全长 1 307 公里，采用 250~ 300 公里/时的轮轨高速，全程旅行时间需要 6~ 7 小时，难以与航空竞争，而采用 500 公里/时的高速磁悬浮能将旅行时间减少至 3~ 4 小时，可在与民航的激烈竞争中，保持地面轨道交通客运的骨干地位，有着明显的优越性。(2) 为京沪高速轮轨铁路已进行的大量前期工作也大体适用于高速磁悬浮线、为建设磁悬浮线奠定了一定基础。由于磁悬浮线允许坡度可大至 10%，沿线站数略少，线路总长还可有所减小。(3) 不少同志主张建设京沪高速线“迫在眉睫，越早越好”，但由于还有一些重大问题有待进一步研究，如运量估计、实行高中速混跑、旅客的经济承受能力、投资估计等，使得国家决策一再推迟。虽然京沪高速线采用磁悬浮方案有着明显的优越性，上海示范线的建成与运营将增强建造的信心与决心，但全世界终究还没有建设与运营长大干线的经验，在近年国内关于采用轮轨或磁悬浮方案的激烈争论中，还提出了一些重大的技术、经济、运营、装备国产化 and 科技队伍等方面的问题，因此需要经过认真的研究论证，予以解决，以供国家决策时参考。有

关工作正在积极进行中。当然，除京沪线外，其它可能的长大干线也应在视野范围之内。

鉴于我国至今从事过磁悬浮列车研究发展的工作力量十分薄弱，相当一部分主要带头人已达到退休年龄，国际上近期没有落实实用长大干线的建设项目，难以维持强大的研发队伍解决长大干线的重大问题，故应与上海线的建造与运营任务紧密结合，在国家 863 计划大力支持下，及早组织培养一支高质量、精干、稳定的研发、工程与管理骨干队伍。这是当前另一重大任务。能否形成这支队伍是今后能否顺利发展前进的关键。根据日本长期的经验，这个队伍要由多种专业的专家和经营管理人员组成，有着持续稳定的支持，其规模大致保持约 100 人；其中 10 多名是核心骨干，熟悉全面情况、负责总体与指挥；下设土木工程、电气工程与车辆 3 大部份，各约 30 人。

为使整个队伍更快成长和进入国际前列，除积极参加上海线建设、引进与消化德国技术外，建议这批人员应在近期内参与研制出我国第一台磁悬浮车辆，用全部国产设备建设一条调试线，并安排一些前沿性的研究工作。总之，进行长大干线可行性的研究论证，培养组织好自主的研发队伍，积极走向国际前列，应是我国 863 计划重大专项“高速磁悬浮列车技术”近期的主要工作内容。

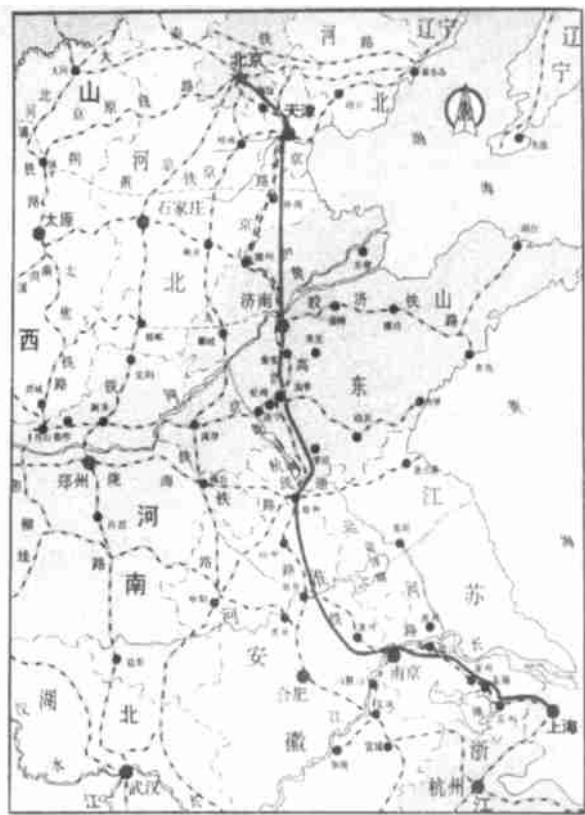


图 3 京沪高速铁路地理位置示意图

京沪高速铁路制式的抉择

Pattern Options of Beijing- Shanghai High- Speed Railway

华允璋
(上海铁路局原总工程师 上海 200072)

2001年8月11日文汇报刊登有关法国新建高速铁路地中海线运营情况——《奇迹没出现，麻烦一大堆》(见附文)。上述情况已引起法国广大乘客和沿线居民的不满，法国社会各界对此亦深切关注。这桩法国人民对轮轨高速铁路的评价，在中国国内一般人是难有机会得知的，但这一重要信息对于未来我国京沪高速铁路制式的抉择，具有重大参考价值，值得深思。本文拟就此展开一些探讨。

一、法国高速铁路建设概况

以高速轮轨为模式的法国高速铁路自1981年巴黎东南线南段投入运营，1983年全线通车，运营时速270公里；1990年大西洋线通车，时速提高至300公里；1993年北部线投入运营，曲线最小半径加大至6000米，设计最高运营时速350公里，但至今仍为300公里；1994年东南线延伸至瓦朗斯；1996年巴黎贯通线开通；1995年地中海线开工，自瓦朗斯至法国

第二大城市马赛，全长250公里，曲线最小半径进一步加大至7000米，预期能实现运营最高时速350公里，2000年9月全线铺通，2001年6月7日法国总统主持通车典礼，6月10日正式投入运营。至此，法国合计已建成高速新线1530公里，成为仅次于日本的当代第二高速铁路大国。

据国外《国际铁道杂志》IRJ2001(3)及2001(7)期报道：地中海线于2001年1月17日试车时，法国运输部长曾亲自试乘体验了瓦朗斯至艾克斯区间的350公里最高时速；但法铁公司总裁随即宣称，“运营时速最高只能300公里，从巴黎至马赛751公里，运行3小时，没有必要仅为再缩短10分钟而将时速提高至350公里。因这将导致噪音、能耗剧增，同时对受电弓集流及列车制动亦有不利。现计划准备动工的巴黎东线预定2006年通车，运营时速亦只能320公里”。可见原拟创造的奇迹，即运营时速350公里并未实现。法铁公司曾在2001年5月26日组织了一次从加莱至马赛纵贯法国南北、全程1067公里不停顿的

综上所述，经过前一段的持续努力，我国需要高速磁悬浮列车已取得了一定共识，引进技术、建造上海试验运营线已在实施，“高速磁悬浮技术”已作为专项列入了国家“十五”高技术研究发展计划，长大干线可行性的研究论证已经开始，正在积极组织培养骨干的研发、工程与管理队伍。我们期望：在不久的将来，上海示范线将安全、可靠、经济地投入运营；经过认真细致的研究、论证与比较，京沪高速线将令人信服地采用高速磁悬浮方案；我们的研发、工程、管理的骨干队伍将成长到可以信赖、有能力承担京沪线的建设与运营任务，那时我国将在世界上率先进入高速磁悬浮列车的实用化与产业化阶段，磁悬浮列车将在我国未来的高速客运专线网中发挥骨干作用。

参考文献

[1] 严陆光．高速磁悬浮列车技术及其在我国客运交通中的战略地位．科技导报，1999(8)

[2] 严陆光．中国需要高速磁悬浮列车．中国工程科学，2000(5)
[3] Yan Luguang, Progress of High- Speed Maglev and Shanghai Demonstration Line in China, paper presented to the Seventeenth International Conference on Magnet Technology, Geneva Switzerland, Sept. 2001
[4] 严陆光，徐善纲，孙广生，戴银明，张瑞华，武瑛．高速磁悬浮列车的战略进展与我国的发展战略．中国科学院电工研究所内部报告，2002年6月(将在《电工电能新技术》上发表)
[5] 国家科学技术部磁浮列车重大技术经济研究课题组(国家“九五”软课题：Z96007)．磁浮列车重大技术经济问题研究报告．内部总结报告，1998年11月
[6] 李宏．我国铁路快速客运网的发展构想．铁道工程学报，1999年增刊
[7] 科技部高速磁悬浮预可行性研究项目组．中国高速磁悬浮试验运营线初步可行性研究报告．内部报告，2000年6月 (责任编辑 王宏章)