

京沪高速线应采用磁浮方案

The Magnetic Suspension Program Should Be Adopted in the Beijing-Shanghai High-Speed Railway

严陆光

(中国科学院电工研究所, 中国科学院院士 北京 100080)

自 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上讲话中提出了京沪高速线为什么不采用先进的磁悬浮技术的问题以来, 我们积极进行了有关研究、调查、论证工作, 先后发表了一些文章, 提出了一些建议^{[1]-[4]}。经过前一阶段各方面的共同努力, 我国高速磁浮列车的发展与应用取得了可喜的进展: 我国需要发展高速磁浮列车取得了一定的共识; 决定中德合作引进技术, 建造上海浦东机场进城的示范运营线, 并以惊人的速度顺利完成施工; “高速磁悬浮技术” 已作为专项列入国家“十五” 高技术研究发展计划; 下一阶段的多项磁浮工程计划, 如沪杭线、锡沪杭线、京津机场联线、北京机场进城线、香港—广州线等, 正在积极酝酿准备中。

2002 年 12 月 31 日上海磁浮示范运营线举行了通车典礼, 世界上第一条商业运营线正式诞生, 中、德两国总理为试运行通车剪彩后, 一同试乘了列车, 对这项 21 世纪的重大新技术首先在我国实现运营, 全国人民倍感振奋。对此, 国际舆论也十分重视。为了进一步推进磁浮列车在我国的发展与应用, 下一阶段应如何决策已成为国内外关注的热门话题。在近年来工作的基础上, 经过多方面会商、研

究, 对此重大决策选择问题, 我们形成了如下意见: 各方面条件已日益成熟, 已可以也应该对京沪高速线采用高速磁浮方案做出决策, 以利于尽快统一思想、不失时机地对下一阶段工作做出认真的全面部署; 至于工程的实施则需要进行认真的准备和分阶段推动, “十五” 期间可先建沪宁段及京津段。

一、上海示范线为决策奠定了良好基础

鉴于德国和日本已将高速磁浮列车技术发展到了可建造实际运营线的阶段, 我国自身的研制基础与队伍薄弱, 决定引进技术、建设试验运营线以推动我国磁浮技术及产业的发展。这条全长 30 公里的示范运营线, 2001 年 3 月 1 日工程正式开工, 经过 22 个月的施工, 2002 年 12 月 31 日实现通车, 并一举达到了 430 公里/时的设计速度。上海线的顺利建成与运行, 澄清、解决了近年来京沪线磁浮与轮轨方案之争中的一些重要问题, 也为决策采用磁浮方案奠定了良好基础。

1. 证实了高速磁浮列车确是当今人类唯一能达到 400 公里/ 时以上运营速度的地面载人客运交通工具, 其技术确已成熟到可以实际应用, 具有

工程的减淤作用相结合, 对于抑制抬高甚至降低黄河下游河床将起到更大的作用。

参 考 文 献

- [1] 钱正英. 中国水利的发展方向. 科技导报, 1998(8)
- [2] 赵业安. 关于 2002 年黄河跟踪分析与咨询研究的意见, 2002 年 11 月
- [3] 黄河水利委员会. 黄河首次调水调沙试验效果初步分析(专家咨询稿), 2002 年 9 月
- [4] 朱晓原, 张学成著. 黄河水资源变化研究. 黄河水利出版社, 1999
- [5] 张仁, 谢树楠. 废黄河的淤积形态和黄河下游持续淤积的主要成因. 泥沙研究, 1985(9)
- [6] 赵文林(主编). 黄河泥沙. 黄河水利出版社, 1996
- [7] 张瑞瑾, 谢鉴衡, 王明甫, 黄金堂. 河流泥沙动力学. 水利水电出版社, 1986

- [8] 钱宁, 张仁, 周志德. 河床演变学, 科学出版社, 1989
- [9] 谢鉴衡. 论黄河下游纵剖面形态及其变化. 人民黄河, 1980(1)
- [10] 王恺忱. 黄河河口与下游河道的关系及治理问题. 泥沙研究, 1982(2)
- [11] 林秉南, 周建军, 张仁, 王光印. 引用海水冲深黄河下游河槽——治黄新途径探索, 中国水利水电科学研究院学报, 1997(12)
- [12] 林秉南, 周建军, 张仁. 试论治理黄河下游的新途径——引海水冲刷河口段, 科技导报, 2000(3)
- [13] 曹文洪, 胡春洪, 姜乃森. 引海水冲刷黄河河口的试验研究. 泥沙研究, 2002(6)
- [14] 周建军. 引海水冲刷黄河下游河槽研究——长河段一维泥沙数学模型计算研究, 清华大学水利系研究报告, 2001 年 12 月 (责任编辑 蔡德诚)

良好的安全可靠。1 个多月来,已有 4 万多人乘坐,2003 年底正式运营后,年客运量可能会超过千万人次,广大民众将有机会亲身体验高速磁浮列车的诸多优点:(1) 噪音小,振动小;(2) 阻力小,能耗低;(3) 启动制动快,爬坡能力强;(4) 维护少。

2. 创建了我国高速磁浮列车技术研究发展的试验基地。全长 30 公里的上海线,可允许达到约 500 公里/时的试验速度,使我国成为继德、日之后第三个具有这种试验能力的国家,为继续发展高速磁浮技术、改进有关设备、研制新型车辆提供了重要的试验条件与设施,成为京沪高速线及其他应用技术的重要研究发展基地。当然,将上海线发展建设成试验基地,尚需进一步规划,加强研制投入。

3. 大大加强了我国的工程建设与研制队伍。在上海线的设计建造过程中,我国已组成了自己的研制设计、工程建设、安装调试与运营队伍。在德国引进技术基础上,这支队伍已出色地发展了轨道梁制造技术,完成了全部土建工程,满足了原定要求。虽然车辆、测控系统及电气装备系由德方制造提供,但通过培训、安装与调试工作已较好地了解、掌握了使用运行技术,国产化研究现正积极进行中。在运营方面,我们也将率先在世界上取得实践经验。根据初步分析,无论在系统设计、线路与轨道、运行控制、牵引供电、车辆技术方面,还是运行维护、安全及环境方面,这支队伍掌握的技术都将适用于京沪长大干线。可以说,上海线已为京沪线在科技、工程与管理队伍方面做了积极的准备。

4. 惊人的建设速度。1999 年时我们曾设想试验运营线的建设时间约需 6~7 年,实际的结果是,由 2000 年初开始可行性研究与选线,到 2003 年底即投入运营,总计才 4 年,所达到的建设速度得到了全世界的赞赏。

1998 年参加铁道部京沪高速铁路项目评审时,我们曾估计,如果当时要立即立项建造,只能采用高速轮轨方案;同时又设想,若在切实抓紧的条件下建造京沪高速磁浮,则有可能在 2005 年左右开始。而经过近年的努力工作,特别是上海线的建成,情况已发生了重大的变化。今天,中央对京沪高速线立项建造虽尚未决策,但实践表明,上海线的建成,已为京沪线采用磁浮方案决策奠定了良好基础,高速磁浮也与高速轮轨一样,都是可供选择的可行方案。

二、决策采用磁浮方案的重大意义

既然京沪线采用磁浮方案或轮轨方案均已具有现实的可行性,不同方案的优劣比较,及其对国家未来发展的意义,在最终决策选择时越显重要。

京沪高速线采用磁浮方案,无论从我国未来高速客运交通系统的建设、布局来看,还是从实现技

术跨越式发展,实现可持续发展来看,意义都是重大的。

1. 500 公里/时运营速度的高速磁浮线主要适用于长距离、大流量、大城市间的高速客运。日本长期统计数据表明,在与民航竞争中,在旅行距离为 700~800 公里范围内,300 公里/时的高速轮轨能保持骨干地位。而 500 公里/时的高速磁浮,估计可在 1500~2000 公里内比民航具有优势。京沪高速线全长 1300 多公里,按旅行时间考虑,高速轮轨难以与民航竞争,而高速磁浮则可在 3 小时内到达,具有竞争潜力。

2. 我国将在 21 世纪上半叶建成总长约 8000 公里的高速客运专线网,大城市间距离大多在 1000 公里以上,采用高速磁浮技术,有利于幅员辽阔、人口众多、油资源紧缺的我国合理协调地安排未来客运交通系统(包括民航与公路)的可持续发展,对保持轨道交通的骨干地位意义特别重大。京沪高速线采用磁浮方案,将促使磁浮成为未来高速客运专线网的主导技术,并成为我国实现技术跨越式发展的良好范例。

3. 德国与日本经过长期努力,国际高速磁浮技术已成熟到可建实用运营线的程度,实用化与产业化是当前发展的主要任务,10 多年来的困难在于没有合适的工程来牵引。京沪高速线是我国实施高速专线客运的首选长大干线,也是 21 世纪前期全世界将投入建造的唯一长大干线,它采用磁浮方案将能全面带动整个系统实现产业化,形成新兴的高技术产业。我国将在率先建立前沿的新型高技术产业方面发挥重大作用。

4. 除地面运营最高速度这一主要优点外,磁浮列车还具有低噪音、低能耗、高加速度等其他优点,从而也可用于较短距离的交通线,有关工作正在德国、美国及我国积极进行。如,我国上海及德国慕尼黑的机场进城线、德国杜塞尔多夫—多特蒙特及美国多个城市间的连接线等。但对交通运输工具来说,产业化常常是大规模推广应用的前提,仅靠短距离应用来带动产业化要困难得多。京沪线采用磁浮势将突破上述困难,给整个系统的产业化带来巨大推动力。

进入 21 世纪,着眼于我国科技发展战略,逐步从“仿造、跟踪”走向“赶超、创新”,跳过传统发展模式实现技术跨越,应是一个重大的战略原则与措施。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,也强调:“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。”着眼于科技发展战略,抓住机遇采用先进技术的磁浮方案,实现技术跨越式发展,是极为重要的。

三、关于投资

经过这几年的工作,特别是上海浦东线的迅速建成和顺利调试,对高速磁浮的可行性与技术成熟性的疑虑已大体解决,京沪线采用磁浮方案的重大意义已进一步明朗,而争议比较集中在所需投资的大小上。一些同志近来一再宣称:上海浦东线投资约3亿元/公里,京沪高速轮轨线铁道部估计1亿元/公里,京沪线总投资有4000亿与1300亿元的差别。这种宣传是不符合实际的,应该予以澄清。

建设投资是一个复杂的、多种因素决定的问题,诸如工程规模、地质条件、线路选择、装备产业化程度、质量标准与运行速度等都是重要因素。即使是设计数据也常常因实际情况不同而有不同选择,故现阶段只能根据国内外已有数据进行分析。

刚建成的上海浦东线属于全长仅30余公里的短线,整个磁悬浮技术与装备尚未产业化,投资确是近3亿元/公里。从表1所列几条设计的磁悬浮线情况可看出,3亿元/公里的投资与国际准备建造的短线投资是相近的,反映了近期尚未产业化和短线运行的现状,但用此数值去估算京沪长大干线显然是不合适的,因为长线的规模效益与系统的产业化均能导致投资大幅度下降。如表1所示,292公里的德国柏林—汉堡线投资就比短线约低两倍。对我们正在估算的150公里的沪杭线与京津线,德方已表示他们提供的装备价格可能降至上海线现价的44%~50%,总投资可能降至1.5~2.0亿元/公里。对于1300公里的京沪线来说,其规模效益及产业化导致的投资降低趋势将会更大;而且建设周期较长,即使前期投资稍高,后期还会下降。

表1 几条设计的磁浮线的投资估计

线路名称	全长(公里)	投资/公里	估价时间
德国慕尼黑机场线	36.8	4350万欧元	2002年
德国杜塞尔多夫—多特蒙特线	78.9	4100万欧元	2002年
美国宾夕法尼亚州线	76	3550万美元	2000年
美国马里兰州线	64	5310万美元	2000年
德国柏林—汉堡线	292	4100万马克	1999年

至于京沪高速轮轨线,1998年铁道部报告估计为0.7亿元/公里,后来改为约1亿元/公里。如表2所列情况所示,这个数值与近期国际高速轮轨建设的实际投资相差很大,国际投资大多在2.5~4.0亿元/公里。人们常常提到很便宜的法国地中海线约1亿法郎/公里(不包括列车购置费),其原因除地势特别平坦外,可能与质量要求降低有关。关于该线,文汇报2001年8月21日以“‘奇迹’没出现、

麻烦一大堆——法国新建高速铁路问题引人深思”为题作了报道,提出该线出现了噪音大、防洪排涝难、隧道消防差、故障晚点多等一系列质量和麻烦问题。我国京沪高速轮轨线的投资大小显然需要进一步认真计算,若按高质量要求,再加上列车购置费,1亿元/公里显然是严重偏低的。

表2 近期建成与在建高速轮轨线的投资

线路名称	全长(公里)	投资/公里	完成时间
日本高崎—长野北陆线	126	63亿日元(~5000万美元)	1997
德国科隆—法兰克福线	219	3000万欧元*	2002
法国瓦朗斯至马赛地中海线	250	12亿法郎(~1500万美元)*	2001
韩国汉城—釜山线	430	4000万美元	正建
台湾台北—高雄线	34.5	12.5亿台币元(~3600万美元)	正建

* 不包括车辆购置费

作为同时发展高速轮轨与高速磁悬浮的德国,他们提供的数据值得关注。若均不计入列车购置费,新建磁浮线要比科隆—法兰克福高速轮轨线每公里投资贵10%~30%,德国交通部对莱比锡—德累斯顿110公里新线的两种设计方案比较的结论是:磁浮系统的全寿命周期成本比高速轮轨铁路最多高7%。

铁路建设的投资与速度有很大关系。我国100公里/时铁路造价低于1000万元/公里,200公里/时的秦沈线达3000~4000万元/公里,300公里/时的高速轮轨将超过1亿元/公里。速度增加50%,投资就要翻几番。磁浮与高速轮轨速度相差50%。国际上多种研究形成的看法是:磁浮的投资可能略高于高速轮轨;但从综合效益考虑,即使投资高一些,采用磁悬浮方案也是合算的。当然,在设计与实施中,仍应精打细算,千方百计地减小投资。

五、关于风险

在进行轮轨与磁浮比较时,一些同志强调高速轮轨技术成熟、风险小,而磁浮还没有商业运营线。这是事实,但这也是新技术与传统技术竞争时通常出现的情况。决定采用新技术、实现跨越式发展是要下决心的。日本当年决定上高速轮轨新干线的一段历史具有直接的借鉴意义。1997年9月3日,我们赴日考察磁浮时,见到了曾参与决定新干线决策、时任大阪产业大学校长的天野光三(Amano Kazo)先生,他谈到:“日本从1957年开始热烈讨论东海道新干线问题。当时世界最快车速是130公里/时,企望一下达到210~220公里/时,在许多人看来是不可思议的。1964年,东京—大阪线客流剧增,既有线已无法满足需求,故提出再建一条新线。此前已建了小田原(Odawara)至鸭个谷(Kamogaya)的40公里高速试验线,做了两年试验,试了新车型及相应的道岔与通信,达到了250公里/时。于是出现了两个方案:一是再修一条与原有技术相同的铁路,二是建设200公里/时的新干线。国铁当时10位负

责人中,只有两人赞成修新干线,在一片反对意见下,国铁总裁力排众议,决定修新干线。至于要载过多少人、跑过多少公里,才能宣布技术成熟,才能进行建设,并没有绝对标准。”今天,我国的磁浮情况比当年日本上新干线时已好得多了,技术在国际上已经过长期考验,我们3年就建成了上海线,运行达到了设计速度,而且掌握了土建工程技术,积累了工程技术、建设与运营经验。

关于京沪线采用磁浮方案的风险,2002年秋天,笔者与德国磁浮技术的主要专家 Hans Georg Raschbichler 及 Rudolf Wagner 等坦诚交谈过。他们都表示,上京沪线会有问题要研究解决,但技术上没有失败的风险。我们的一些从事磁浮工作的科技人员也感到,京沪线终究是全世界第一条长大干线,在建设过程中有一些技术,特别是设备制造技术,我们尚需通过国际合作、引进转让,来逐步实现磁浮设备本地化生产;此外,在长线建设中,还会遇到的一些新问题,全世界都缺乏经验,必须依靠自己大力研究发展来解决。工作中也会有挫折,但只要我们在走引进、转让技术、合作发展的道路的同时,用更大力量建设好自主攻关队伍,相信我国科技人员是有志气、有能力解决前进道路上的一切问题的。此外,上海线的实践证明工作难度总会有的,但终不难解决,技术上已不存在失败的风险。

六、做出决策与实施的步骤

综上所述,上海高速磁浮示范运营线的顺利建成并一举达到设计速度,证实了磁浮方案用于京沪高速线的可行性、成熟性与安全可靠,已不存在可能失败的风险;鉴于京沪采用磁浮方案的优越性与重大意义,投资虽可能略高,但得到高速度却是值得的。现在已具备作出对京沪线采用磁浮方案决策的客观条件了。及时作出决策,将有利于统一思想,有利于不失时机地对下一阶段工作做出认真、全面的布置。

当然,要设计建设京沪高速磁浮线还有很多工作要做,我们的力量与经验还很不足,有些问题国际上也没有解决的经验,于是,一些同志感到是否应再做一些工作,再有一个中间步骤后决策会更有把握。事实上,任何一个新技术的产业化发展都必须有实际需求的牵引,发展的快慢很大程度上决定于牵引力的大小。上海线所以能迅速顺利地建成就在于有着京沪线要选择磁浮方案或轮轨方案的这

个大牵引力。今天,当采用磁浮方案的条件已经成熟时,首先应及时作出方案选择的决策,用京沪线将建成高速磁浮线的这一巨大牵引力,来发动、动员与组织有关力量去解决设计与建设中的问题,并通过加强国际合作,大力促进有关工程与装备的产业化与本地化,来推动京沪高速磁浮线顺利建成。这将使我国在世界上率先进入实用化与产业化阶段。

全长1300公里的京沪线建设是国家的重大任务,在决策采用磁悬浮方案后,工程的实施需要认真的准备并分阶段进行。工程的进度安排要充分考虑实际运量需求,主要是对实际客流量增长的正确估计,建晚了会误事,建早了又有可能发生较长期的运营亏损。这方面似还有一些争议需认真研究解决。鉴于这是全世界第一条运营的长大干线,整个计划要统筹考虑,在工程实施过程中要不断掌握与完善技术,要同时进行队伍建设和推进产业化。工程建设周期与资金的实际投入,应与国家相应“五年计划”的制定紧密结合、分阶段进行。当前应首先致力于制定好“十五”期间京沪磁浮高速的计划。

从我国已有的基础及近期的紧迫需求出发,建议“十五”期间考虑安排沪宁段(290公里)及京津段(130公里)的高速磁浮建设。京津段130公里,连接两大城市与两个机场,在2008年奥运会前建成有着重大意义。沪宁线沿途经济发达、客流量大,对高速客运需求最为迫切,全长290公里,途经5个城市,可为京沪长大干线提供更多经验,若能2010年世博会前建成,意义也很重大。这两段工程均已有一定准备和基础。有了采用磁浮方案的决策和京津、沪宁段建设的工程任务,将大大有利于齐心协力地组织好京沪全线的设计工作,完成有关的研究发展工作与产业化准备,在不远的将来,例如“十一·五”初期,再提出京沪全线路的全面实施计划。

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, 2(5)
- [3] 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. 电工电能新技术, 2002, 21(4); 2003, 22(1)
- [4] 严陆光. 关于我国高速磁悬浮列车发展战略的思考. 科技导报, 2002(11); 中国工程科学, 2002, 4(12)

(责任编辑 蔡德诚)

(上接第58页)

成败的一项重要措施。要实行现代企业管理,提高科技含量,增强农业和乡镇企业的竞争力,通过不同层次、不同形式的纵横联合,形成跨地区、跨行业、跨所有制的现代农业建设的整体格局,实现公司+农户、市场联企业、企业带基地带农户的三者的有机结合,把千家万户的小生产和千变万化的

社会大市场密切整合、联合起来,形成新的市场机制。(3) 积极鼓励和支持农民自发组织的专业性服务组织、个体服务专业户。政府要善于引导他们规范业务行为、实现有序发展,并通过运用市场经济手段服务于农民,逐步形成有西藏特色的社会化的服务体系。(责任编辑 王宏章)