

磁浮列车是 21 世纪轨道交通的革命性飞跃

The Magnetic Suspension Vehicle Is a Revolution of the Track Traffic System in the 21st Century

华允璋

(上海铁路局,原总工程师 上海 200072)

自 1825 年铁路在英国问世,170 多年来铁路上各种列车都是以车轮和钢轨来解决支承、导向和运行的。但因轮轨粘着的限制,时速 300~320 公里可能已达极限。设计时速 350 公里,至今未能实现。有人说铁路试验速度已达 515.3 公里。必须指出,这是 1990 年 5 月 18 日 10 点 06 分,法国在大西洋线试验运行时的瞬间速度,并不能持续运行。磁浮列车则是利用电磁场的同性相斥、异性相吸的作用使列车上浮,不用轮轨,以悬浮磁铁与导向磁铁,无接触地紧靠地面高速运行,时速可达 500 公里以上,而且速度还可适当提高。所以最近 10 余年来,国外蓬勃发展的摆式列车提速已逐渐取代新建高速铁路,是轮轨铁路的技术革新;而磁浮列车则是对传统的轮轨铁路根本性的技术革命,是 21 世纪轨道交通革命性的飞跃。

一、磁浮列车的主要优点

1. 速度快

京沪间 1300 公里,磁浮列车 3 小时即可到达,而轮轨高速需要 6 小时。民航飞机需 1 小时 50 分,但起飞前需提前 1~2 小时赶赴机场,旅行总需时间可能超过磁浮列车。

起动后磁浮列车只要 1.9 分钟运行 5 公里即可达到时速 300 公里,而轮轨高速列车则需要 5.4 分钟运行 18 公里。

2. 安全性好

磁浮列车采用外抱式结构,不会脱线倾覆和发生对撞、追尾事故。轮轨高速虽比一般列车安全,但举世皆知管理最严谨的德国在 1998 年 6 月 3 日却也发生了震惊世界的 ICE 高速客车出轨倾覆的重大伤亡事故。在此之前意大利摆式高速列车 1997 年 1 月 12 日在皮亚琴察站附近亦发生过脱轨倾覆事故,8 人死亡。1993 年 12 月 21 日法国 TGV 高速列车以时速 300 公里通过亚眠附近时,也曾脱轨,幸司机处理得当,列车滑行 2 公里后停下,旅客 3 人受伤。

2000 年 6 月 4 日 1 列国际列车在里昂以南出轨倾覆,2 人死亡,13 人受伤;6 月 7 日“欧洲之星”由巴黎开往伦敦,时速 300 公里,在里尔附近脱轨倾覆,12 人受伤。可见轮轨高速的安全问题仍甚堪虑。至于飞机空难亦时有所闻,且更为惨烈可怕。据德国专家评价,磁浮列车的安全性是飞机的 20 倍、轮轨列车的 250 倍、汽车的 700 倍。

3. 噪音低

列车悬浮运行无轮轨接触的机械噪声;而轮轨高速运行时,由于周围空气的摩擦,形成类似刮强风的声音。据实测,当磁浮列车运行时速 420 公里时,在两旁 8 米处的噪声是 90 分贝;时速 300 公里时,噪声 78~80 分贝;时速 200 公里时和 1 辆小轿车运行的噪声差不多;当时速降到 100 公里时就几乎趋于静寂了。而且因无与轮轨接触磨擦的振动,运行平稳舒适。

4. 工程造价及运营成本亦均低于轮轨高速(参见科技导报 2000 年 4 期“京沪高速铁路不宜立项上马”一文)

由以上 4 条可知,发展轮轨高速,磁浮列车当属首选。我国已决定在浦东建设磁浮列车示范段,这将成为世界第一条商业性运营的磁浮铁路,是令人兴奋的、有远见的决策和尝试。

二、必须澄清的一些重要问题

近来有不少异议见诸报端,笔者认为其中许多误传误识必须予以澄清。

1. 关于德国停建柏林-汉堡磁浮线的主要原因

这是因为,现政府实行紧缩财政、节约开支。原概算 98 亿马克,政府承担工程费 61 亿马克,参建企业承担运营设备费 37 亿马克。1999 年工程费拟增加 30 亿马克,议会未通过。原预测德国统一后东部经济将迅速发展,但事与愿违,估计达不到预测运量,运营必将亏损,因此德国交通部长在与参建企

业磋商后宣布工程下马；但同时指出与会各方一致认为高速磁浮列车是未来的技术，对德国工业发展有突出的重大意义，政府并决定将原承诺的 61 亿马克继续保留，用于另建一条自机场至市区的商业营运线。并非外传的“宣布项目失败”。

2. 关于磁浮线的造价

有人说磁浮线造价“比轮轨线高 1.7~2 倍”。实际上根据柏林—汉堡线 292 公里概算，1999 年由 98 亿马克增至 129 亿马克，每公里造价包括购置磁浮列车在内亦仅 4 420 万马克，折合 2 200 万美元。据德国专家们介绍，轮轨线在平坦地区每公里造价 3 400 万马克，地形复杂则要超过 5 000 万马克，这还仅是工程投资，不包括 ICE 高速列车购置费。根据《中国铁路》1999 年 6 期京沪高速铁路专利(27 页表 1) 报道，德国已建成 2 条轮轨高速线，桥隧比分别为 35%~46%，与磁浮线高架桥占 45% 相仿，每公里工程造价为 2 770 万美元(1992 年价格)，按当时汇率折算再加高速列车购置费肯定高于磁浮线。最近《南方周末》报道：“1998 年 8 月澳大利亚悉尼—堪培拉高速线竞标中，德国的磁悬浮方案投标价格低于法国的 TGV 高速轮轨，出于对风险的考虑，最后还是由法国中标”。其实其中的主要原因是法国采用了与澳大利亚企业联合，以 BOT 方式承建，澳政府不需投资。这关键一点该报未予报道。磁浮线虽未中标，但已说明造价低于轮轨。我国台湾省高速线 340 公里，1990 年当局即已批准，后因造价过高，立法院未能通过，直至 1999 年由台湾企业与国外合作以 BOT 方式承建才得以动工，投资 170 亿美元，每公里造价 5 000 万美元。据悉此线桥隧比为 90%，运量亦较大，若按磁浮线推算，每公里投资约在 3 500 万美元左右，而轮轨却高达 5 000 万美元。这再次说明轮轨高速造价高于磁浮线。

3. 关于磁浮线的运营成本

柏林—汉堡线原预测年运量 1 450 万人，每日开行 51 对磁浮列车，仅需磁浮车底 11 列，包括车辆及长定子直线电机共约 12 亿马克；轮轨方案使用多少 ICE 高速列车未见报道。比照已通车的 432 公里高速线使用 60 列，则 292 公里约需 40 列。以每列 2 852 万美元计，购置费约需 11.4 亿美元，折合 23 亿马克，比磁浮线要高约 1 倍。若按法国大西洋线(长 281 公里，1992 年运量 1 800 万人) 相比，使用 TGV 列车需 105 列，若是磁浮线则仅需 84 列，相比下轮轨列车购置费更高。

轮轨列车由于车轮与钢轨是“点接触”，带来巨大的持续冲击力，速度越高冲击越大。而磁浮列车悬浮运行，仅是电磁定子和转子间的“面作用”，据报道与前者冲击力之比仅为 5 000:1，且无轮轨磨损问题，对车辆及线路的维修大为有利。2000 年 9 月在上海召开的磁浮列车中德技术交流会上，德国

专家介绍：“磁浮列车年运行里程可达 120 万公里”。这比德国 ICE 列车的 60 万公里多 1 倍，比法国 TGV 列车的 40 万公里多 2 倍，比日本新干线列车的 30 万公里多 3 倍(轮轨一般运营 90 万公里后，即 3 年左右需进厂全面解体检修，详见《中国铁路》1997 年 6 期)。据计算，磁浮列车每年运营维修费仅为总投资的 1.2%，而轮轨高速列车则高达 4.4%，所以磁浮高速列车的运营和维修成本也仅大约是轮轨高速列车的 1/4。

4. 关于与既有线的兼容问题

磁浮线与既有线虽不能兼容，但可通过高架引入既有线站内，换乘亦较方便；且兼容跨线运营一般不可能太远，因超过一定距离即约 3~4 小时行程时，旅客多改乘飞机。法国现有高速线 1 280 公里，可延伸服务 5 700 公里，但 1996 年仅完成周转量 246.6 亿人公里；德国 1996 年高速线 432 公里，延伸服务 4 300 公里，完成的周转量更少，仅 88.7 亿人公里。据报道法国东南线 1984~1986 年因运量增长及延伸服务(即兼容行程)，每年高速列车走行里程仅增加 10%。可见兼容吸引的旅客不多，收效甚微。

法、德等国实现兼容是让高速客车降速驶入已经改造后提高时速至 160~200 公里的既有线，而我国则是将原在京沪既有线运行的中速客车改在高速线运行，结果是既未提速也不能提价增收，却还要增加几项措施：建设待避站(按运行图确定数量)、按中速挂车 20 节延长股道、坡度减缓、增加隧道(例如沪宁段因此而出现 4 座隧道，长 4 484m)，还提高了桥梁载重，等等。这必将大幅增加高速线工程投资，还要占用高速能力，实属得不偿失。

今后政企分开，京沪高速线另设公司经营，既有各铁路局亦将成立客运公司。在市场经济体制下实行公平竞争，高速公司显然是无法与低成本、低票价的既有线竞争的。按计划，“十五”期间既有线电化后采用摆式列车，京沪线全长 90% 的线路可达到时速 200 公里以上(详见《科技导报》2000 年 4 期及《上海交通运输》2000 年 1 期)，其中曲线半径 1 700 米以上地段及直线地段时速可达 250 公里(详见 ADTRANZ 公司《新时速摆式列车进入中国》)，这将吸引大部分高速线的自费旅客。因此可知，原为高速客源不足而采用高中速混跑的美其名曰“兼容”的方案，虽一再被宣传为轮轨高速的突出优点，实际上将是得不偿失。一经既有线竞争，兼容的中速客流必将寥寥无几；高速客流亦仅限于境外人士、国内“大款”及能报销和享受免票的铁路职工等少数人而已，最后势必大亏特亏、负债累累，变成国家沉重的包袱。

日本东海道新干线与大量既有的窄轨线不能兼容，但因其具有低造价、大运量和高票价的特点，成为当前唯一盈利的轮轨高速铁路，其它新干线因

造价高、运量小,票价虽高还依然亏损。法、德、意等国的高速线虽均与既有线兼容,但亦无不严重亏损,只有依靠国家承担债务维持运营。可见能否兼容,对于高速列车并非关系重大的必要条件。

现芜湖大桥已于2000年建成通车,开始分流货车20对和客车5对(原轮渡不通客车),今后将逐步增开客货列车,使宣杭线成为名符其实的华东第二通道。另外,新(沂)长(兴)线通车在即,宁西(安)线亦已动工,京沪高速公路今年底可以全线开通,宁杭、苏嘉等捷径高速公路均已施工,建成分流后京沪线运量将继续下降;尤其是西部大开发,西气东输、西电东送后,北煤南运将大减,因此今后相当长时期内,在按“十五”计划京沪既有线电化扩能后,根本不需要由高速线来分担中速客运量。所以轮轨高速与既有线兼容,在运输上并非必要,经济上亦得不偿失,是没有意义的。

5. 磁浮线运营的经济效益

磁浮列车速度快、噪声低、平稳舒适,在京沪间运行,从家到家的实际时间算,有时比飞机还快。更重要的是安全可靠,不会脱轨倾覆,不必担心空难。由于运营成本低,德国磁浮票价仅为飞机票价的1/3,与京沪轮轨高速票价为机票的40%~60%相比,也低得多,因此京沪间大量民航客流势将被磁浮列车吸引去;而轮轨高速仅能取代短途航空。日本新干线通车后,仅东京到大阪515公里航班停飞,东京到博多1069公里航班仍可吸引客流,由此可以预见,京沪轮轨高速1307公里对民航基本上没有竞争力。

既有线采用摆式列车,速度虽比高速轮轨稍慢,但可以低票价优势与高速轮轨竞争;而若与超高速的磁浮列车相比,则无竞争力,因此磁浮线吸引的旅客势将多于轮轨线。同时磁浮列车无轮轨接触机械磨损,其电子部件基本上不需维护,因此使用寿命长。据德国最保守的估算为35年;而轮轨高速列车寿命仅20~25年。据《中国铁路》1997年6期报道:日本新干线列车一般仅使用13~15年,到期即报废,少数亦有使用20年的。另外,轮轨线路的维修频繁而严格。据报道东日本铁路公司东北、上越和长野等约1000公里线还是属于日本运量少的新干线,每年仅钢轨打磨一项就要花5亿日元,可见维修费用之大。总之,磁浮线吸引旅客多、运营收入大、成本支出少,经济效益远优于轮轨线。

6. 关于技术跨越

日本的超导磁浮技术还须继续试验,而且造价较高。据日本技术专家估计,将比新干线贵约30%。德国的常导磁浮技术则已成熟,试验最高时速450公里,历经大风大雪的考验,已安全运行15年,行程67万公里,曾多次经历长达1000公里以上的连续运行;已有80万人参观过试验线,26.3万人乘

坐过磁浮列车;运行时舒适平稳无振动、噪声小,通过急弯也感觉不到离心力,只见大地有些倾斜;能在12秒钟通过道岔,改变运行方向;由电磁回路漏出的磁场强度远比地球磁场为弱,低于家用电器如电视机周围的磁场,对人体健康无损。以上说明德国的常导磁浮列车技术的实用性已完全成熟,造价低于日本尚在试验的超导磁浮列车。其亦曾参加过国际招标。在澳大利亚未能中标是因轮轨投标以BOT方式承建,澳政府不需投资。美国洛杉矶-拉斯维加斯的磁浮列车因航空产业方面反对而流产。技术既已成熟,我们就可以以技术跨越方式直接发展先进的超高速磁浮铁路,没有必要按步就班,再经过技术落后、运营亏损的轮轨高速阶段。若亦步亦趋必将永落人后。我们属发展中国家,技术跨越更有必要。

据美国ABC NEWS网站报道,1999年5月联邦政府交通部已批准加州、佛州、乔治亚州、路易斯安那州、马里兰州、内华达州及宾夕法尼亚7个州申请建设磁浮线的可行性研究,费用1200万美元,拟选择其中之一建设美国第一条磁浮线,以缓解公路阻塞与机场拥挤。克林顿总统在1992年竞选时曾承诺兴建时速300英里(相当500公里)高速铁路网(即磁浮线),经费来自国防开支的节余。可见美国铁路的高速政策是磁浮而非轮轨。也因此,美国至今未建轮轨高速新线,而是以摆式列车在全国最重要、最繁忙的东北走廊华盛顿-纽约-波士顿实现既有线高速化。1998年政府已通过拨款10亿美元建设磁浮铁路示范段的法案。可见美国已在实施技术跨越,发展高新磁浮技术和磁浮铁路。

三、结语和建议

1. 轮轨高速已是落伍的“明日黄花”

自1959年日本开始修建新干线以来,至今41年全世界投入运营的高速新线仅约4600公里,其中主要为日本1952公里及法国1280公里。据报道,其中仅日本东海道一线因有庞大的年客运量(1.3亿人次)及与飞机票持平的票价尚可盈利外,其余全部亏损。日本至1987年铁路私有化前已累计负债27万亿日元;法国至1996年负债已逾2000亿法郎,1995年也曾因铁路工资冻结引发罢工,最后损失均由国家承担,背上沉重的包袱。因此,日本在70年代曾大肆宣传要在1985年前建成7000公里贯通列岛全部的新干线高速路网计划已烟消云散,成为泡影。法国原于1989年计划再建总长3560公里的13条TGV高速新线,现已决定改以摆式列车提速。国际铁路联盟(UIC)一再倡导于2010年建成泛欧高速路网,其中新建15000公里的宏伟规划亦已宣告流产。UIC高速部主任不得不慨叹:轮轨高速

欧洲交通一体化政策及其对社会发展的影响

European Integrated Transport Policy and Its Influence on Social Development

毛保华

(北方交通大学, 教授、博士 北京 100044)

陈海波

(英国利兹大学, 高级研究员、博士)

一、引言

交通对经济发展的影响已有许多研究。据统计,在欧盟 ECX 国家,运输业的产值占 GDP 的 7%,运输相关员工占就业的 7%,运输投资占公共投资的 40%,运输能耗占总能耗的 25% 以上。运输设备

的发展将发生本质的变化,逐渐为摆式列车取代(详见 1999 年 7 月《国际铁道杂志》)。实际上这种取代早已开始。目前全世界以摆式列车实现高速的既有线已近 2 万公里,这是大势所趋。德国交通专家预测:“约最迟 40 年以后,轮轨高速铁路会接近其发展终点,必然需要一种新的交通系统,很可能就是速度介于飞机和轮轨高速铁路之间,且十分有利于环境保护的磁浮高速铁路”。

2. 浦东磁浮示范段应加快建设,使之成为世界第一条商业营运的磁浮铁路

上海是我国最大的经济中心,国际交往日益繁忙,示范段的建成将大大提高浦东国际机场的接发能力,且有利于发展国际合作、引进和消化国际先进磁浮技术,培养人才,推动磁浮列车的国产化,等等。总之,将为上海和全国带来科技和经济的跨越式发展。

3. 当国家财力许可时,继续建设京沪、沪杭、京广等客运繁忙的磁浮铁路

浦东磁浮线不称试验段而名“示范段”,意在作为今后的样板。

4. 将示范段的起点从龙阳路延伸至陆家嘴

浦东磁浮示范线原定陆家嘴至机场,联接浦东两大景点,客流量大,经济效益好。现方案将起点从陆家嘴迁至龙阳路。这一变动,是考虑到计划建设的浦东铁路在此设站。但浦东铁路是地方性铁路,主要为外高桥保税区及今后芦潮港货运服务,客流

工业是欧盟工业的重要组成部分,仅次于食品工业。不过,近年来,人们更关心的是交通对社会发展的长期影响。与运输系统相关的主要方面涉及人口、经济、贸易、技术、国际政策、历史和政治等领域。在发达国家,城市化(Urbanisation)之后的郊区化(Courbanisation)现象使得机动车运输有了很大的发展,人口积聚引起了城市中心区的拥挤,而郊区化

量不大,且修建无期,为了示范段的运营效益,是否可考虑从龙阳路(仍预留设站位置)延伸 5 公里至陆家嘴。此 5 公里延伸段已在磁浮线减速地段,曲线半径可以减小。至于磁浮线位置可放在世纪大道和迎宾大道的中央隔离绿带上,既美观又省地。1993 年笔者在美国曾见报道,纽约肯尼迪机场至拉瓜地亚机场修建的高架轻轨线就是置于高速公路的中央隔离带上的。

5. 浦东磁浮线的造价比地铁和轻轨都低

根据上海市轨道交通规划,将建设地铁 385 公里、轻轨 177 公里,概算指标每公里地铁 7.5 亿元、轻轨 3 亿元,总投资需 3 400 多亿元;而据报道,浦东磁浮线,每公里造价仅为地铁的 20%、轻轨的 50%,计 1.5 亿元,即使超支(估计在 2 亿元以内),亦大大低于轻轨明珠线的造价。

6. 将部分地铁线和轻轨线改建为低速磁浮线

低速磁浮列车最高时速仅 80 公里,不会给城市居民带来噪声公害;且转弯半径小(最小可达 25 米)、爬坡能力强,适合于城市交通。我国首列低速磁浮列车已在长春客车厂制成,将于明年在四川青城山至都江堰的旅游线上运营。低速磁浮线的造价肯定低于浦东磁浮线。为此建议,如条件许可,可将上海市规划的大量地铁线和轻轨线部分改建为低速磁浮线,既节约投资又避免噪声公害,有利于市政建设。

(责任编辑 蔡德诚)