



吴祥明 主编

MAGLEV TRAIN

磁浮列车

上海科学技术出版社



磁浮列车

图书在版编目(CIP)数据

磁浮列车 / 吴祥明主编. —上海: 上海科学技术出版社, 2003. 3

ISBN 7-5323-7002-X

I. 磁... II. 吴... III. 磁垫车: 动车
IV. U266.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 016309 号

地图审图号: 沪 S (2003) 023 号



上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号 邮政编码 200020)

上海精英彩色印务有限公司印刷

新华书店上海发行所经销

2003 年 3 月第 1 版 2003 年 3 月第 1 次印刷

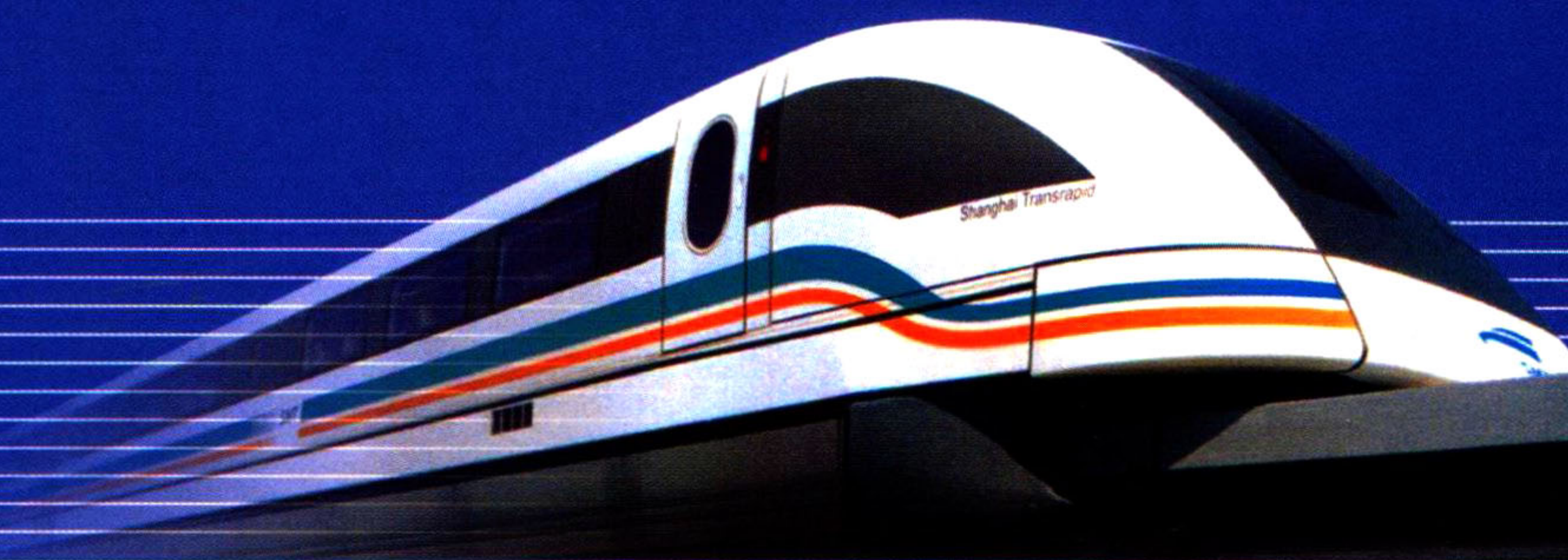
开本 787×1092 1/16 印张 15 字数 250 千

印数: 1-7 100

定价: 90.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向承印厂联系调换

内 容 提 要



■ 本书以常导高速磁浮列车系统为主线,在介绍列车运行基本原理和主要技术特征的基础上,以上海磁浮列车示范运营线为背景,阐述了高速磁浮交通系统的线路、车辆、牵引供电和运行控制等子系统的主要技术设备构成和设计原则,介绍了中国在推动高速磁浮交通系统工程应用的过程中对系统技术所作的改善。

■ 本书还简要介绍了目前世界各国在低速常导磁浮、低温超导磁浮、高温超导磁浮以及永磁磁浮飞机等不同磁浮交通技术领域研究进展和国外规划中的磁浮应用线项目情况。

■ 本书取材丰富、数据翔实、图文并茂、阅读性强,可供交通运输领域各级领导干部、工程技术人员、科研人员、高等院校交通运输相关专业师生以及关心交通技术发展的各界人士阅读和参考。



编审人员名单

■ 主编

吴祥明

■ 编审人员

第1章	林国斌	夏国忠	史 琼	徐善纲	
第2章	刘万明	常文森			
第3章	余龙华	方海清	王凤鸣	林国斌	常文森
第4章	李耀华	韦 榕	徐善纲		
第5章	王晓勇	虞 翊	潘洪亮	谈长青	江 浩
	陈 峙	杜 磊	林 辉	佟 楠	
第6章	汪天翔	边晓春	吴 忠	黄靖宇	洪少枝
	周质炎	李文沛	冯卫国	窦仲赞	任廷柱
	万建军	程庆术	曹仲明		
附录一	徐善纲	常文森	张昆仑		
附录二	林国斌	常文森			
附录三	林国斌	刘万明			

■ 统稿和编写联络

刘万明 林国斌 裴志远

■ 编写组织和出版事务

莫 凡 黄靖宇 高 峻 洪少枝 翁秀玲

前言

■ 速度是人类在交通技术领域探索的永恒主题。世界交通发展史就是一部不断追求交通工具速度的历史。我国幅员辽阔、人口众多，中长距离的客运市场潜力巨大。随着国民经济的持续快速发展和人民生活水平的不断提高，我国已经并将继续产生大量的高速客运交通需求，而我国人均能源资源短缺，不可能完全依靠航空解决大量人员快速流动的交通需求问题，迫切需要建设和发展与高速客运需求相适应的、可持续发展的地面高速客运交通体系。

■ 随着德国宣布其高速磁浮交通技术成熟并准备在柏林—汉堡线运用，人类在高速客运交通领域又获得了一项新的技术选择。高速磁浮交通系统作为具有最高陆地运行速度并在旅行时间上可与航空媲美的全新交通系统，在国际上引起了极大的关注，我国也因此将高速磁浮交通技术纳入我国地面高速交通系统的决策研究范围。

■ 我国地面高速客运交通网的建设，将是耗资愈万亿元的重大举措，对能源、环境、国民经济和社会生活都将产生极其重



要的影响。因此，国家在高速客运交通网的技术系统决策上极为慎重，进行了认真的技术可行性探索。在党中央、国务院的正确领导下，我国在新世纪之初敢为天下先，引进德国技术在上海建设世界第一条高速磁浮列车商业运行线。

■ 磁浮交通技术以其无机械接触的崭新技术带来一系列优良的技术、经济和环境特征，从而导致了交通工具的一场技术革命。中国上海在世界上率先建设高速磁浮列车示范运营线，吸引了全世界交通界的目光，这既是一份光荣，更是一场挑战。经过22个月的艰苦努力，建设者们克服重重困难，使上海示范线于2002年12月31日顺利实现了单线试运行；列车运行速度达到了预期的设计目标。

■ 上海磁浮列车示范运营线的建设过程，也是我国广大工程技术人员对高速磁浮交通技术进行学习、消化、吸收并进而对之进行改进和完善的过程。在上海示范线顺利建成通车后的今天，我们将自己认识并有所创新的高速磁浮交通系统介绍给广大读者，希望这本国内首次编撰的磁浮交通技术专著，能够对大家认识、了解和研究磁浮交通技术有所帮助。

■ 本书共分六章，以上海示范线引进的常导高速磁浮列车系统为主线，介绍了德国常导高速磁浮交通技术的发展历史和该系统的主要技术特征，并分别详细地阐述了线路、车辆、牵引供电和运行控制等子系统的主要技术原理、设备构成和设计原则。



书中给出了大量图片资料和上海示范线的相关设计数据，富于欣赏性和参考价值。在本书的附录中，我们还介绍了我国有关科研机构所开展的磁浮交通技术研究进展情况和世界范围内正在研究中的其他磁浮交通技术系统，并简要介绍了目前世界范围内正酝酿中的高速磁浮交通项目情况。由于我们认识水平的限制，书中难免有错误和不妥之处，欢迎广大读者批评指正。

■ 本书的出版，得到了上海科学技术出版社领导和有关编辑人员的大力支持，在此表示诚挚的谢意。

国家磁浮交通工程技术研究中心(筹)主任
上海磁浮列车工程指挥部总指挥

2003年3月9日

目 录

第 1 章 磁浮交通发展概况	1
1.1 磁浮列车分类和主要特点	2
1.2 磁浮交通技术的发展	4
1.2.1 磁浮铁路在德国的发展概况	4
1.2.2 磁浮铁路在日本的发展概况	8
1.2.3 磁浮铁路在其他国家的发展概况	14
1.3 上海磁浮列车示范运营线概况	17
1.3.1 立项背景	17
1.3.2 工程简介	18
1.3.3 工程进展	21
第 2 章 常导高速磁浮交通系统的主要特征	25
2.1 概述	26
2.1.1 列车运行的原理	26
2.1.2 系统构成	26
2.2 运输能力	34
2.2.1 列车追踪时间间隔	34



- 2.2.2 磁浮铁路的通过能力 35
- 2.2.3 输送能力 36
- 2.3 能耗 37
- 2.4 环境影响 38
 - 2.4.1 噪声 39
 - 2.4.2 有害物质排放 40
 - 2.4.3 能源消耗 41
 - 2.4.4 土地占用 42
 - 2.4.5 磁辐射 43
 - 2.4.6 环境保护措施 44
- 第 3 章 车辆 47**
 - 3.1 概述 48
 - 3.1.1 车辆在高速磁浮交通中的地位 48
 - 3.1.2 上海示范线项目车辆的基本状况 49
 - 3.2 主要技术性能 50
 - 3.2.1 承载能力 50
 - 3.2.2 车辆总体结构及尺寸 51
 - 3.2.3 速度和加速度 52
 - 3.3 主要子系统 52



3.3.1	车厢及其附属设备	52
3.3.2	悬浮架	53
3.3.3	悬浮导向单元	53
3.3.4	二系悬挂系统结构	54
3.3.5	悬浮系统	55
3.3.6	导向系统	55
3.3.7	涡流制动系统	56
3.3.8	车载发电与供电系统	56
3.3.9	车载控制	61
3.3.10	诊断系统	61
3.4	车辆操作	63
3.4.1	运行状态及速度显示模块	64
3.4.2	列车状态显示模块	64
3.4.3	列车状态调整模块	65
3.5	车辆设计使用寿命	66
3.6	车辆安全	66
3.6.1	安全运行和安全停车	66
3.6.2	列车运行的技术安全	67
3.6.3	列车防火控制和防火等级	68
3.6.4	上、下车时的人员保护	68



3.6.5	碰撞保护	68
3.6.6	火灾营救策略	69
第4章 牵引供电系统		71
4.1	概述	72
4.1.1	牵引供电系统在磁浮交通系统中的作用	72
4.1.2	磁浮列车牵引驱动的控制原理	72
4.1.3	磁浮列车与电力机车牵引供电系统的比较	73
4.1.4	上海示范线牵引供电系统的基本结构与特点	74
4.2	长定子供电	75
4.2.1	长定子直线电机及其分段供电	75
4.2.2	定子段换步方法	77
4.2.3	定子段供电方式	78
4.3	轨旁设备	78
4.3.1	轨旁开关站	79
4.3.2	馈电电缆	79
4.3.3	轨旁变电所	80
4.4	牵引系统	80
4.4.1	牵引变电站	80
4.4.2	牵引模块	81



4.4.3	变流器单元	82
4.5	牵引控制系统	88
4.6	主变电站供电系统	92
第5章 运行控制系统		97
5.1	概述	98
5.2	功能与技术参数	102
5.2.1	运行控制系统的功能	102
5.2.2	各功能之间的关系	113
5.2.3	运行控制系统的技术参数	114
5.3	系统的组成和主要设备	115
5.3.1	中央控制子系统	115
5.3.2	分区控制子系统	121
5.3.3	车载运行控制子系统	131
5.3.4	通讯子系统	134
第6章 线路		139
6.1	线路结构特点	140
6.1.1	线路主要特点	141
6.1.2	轨道结构主要特点	141



6.2	限界和精度	142
6.2.1	限界和线间距	142
6.2.2	线路轨道的精度要求	144
6.3	选线	147
6.3.1	主要参数	147
6.3.2	上海示范线线路概况	151
6.3.3	线路平面	153
6.3.4	线路纵断面	158
6.3.5	线路横坡及横断面	160
6.4	转线设备、车站与维修基地	163
6.4.1	转线设备	163
6.4.2	车站与辅助停车区	166
6.4.3	维修基地	167
6.5	轨道结构及附件	169
6.5.1	基本形式及技术要求	169
6.5.2	轨道梁	178
6.5.3	下部结构	183
6.5.4	功能件	186
6.5.5	定子	188
6.5.6	定位标志板	191



6.5.7	供电轨	192
6.6	线路施工	193
附录一 我国磁浮交通技术的研究和探索		195
1.1	国防科技大学研究情况	197
1.1.1	研究背景	197
1.1.2	应用背景	198
1.1.3	长沙中低速磁浮列车中试基地	198
1.2	西南交通大学研究情况	200
1.2.1	基础研究	200
1.2.2	配套建设	202
1.2.3	应用研究	202
1.3	中国科学院电工所研究情况	203
附录二 其他磁浮交通系统		205
2.1	日本超导磁浮高速铁路技术特点	206
2.1.1	技术特点	206
2.1.2	线路	207
2.1.3	磁浮列车	208
2.1.4	牵引、制动系统	211



2.1.5	控制系统	211
2.1.6	经济性	212
2.2	日本低速磁浮铁路 HSST 系统	213
2.2.1	悬浮和导向	214
2.2.2	牵引与供电	214
2.2.3	线路及道岔	215
2.2.4	车体	215
2.2.5	制动	216
2.2.6	列车运行控制及信号传输	216
2.2.7	安全与乘坐舒适性	217
2.3	美式磁浮飞机 (Magplane) 简介	217
附录三 德国及其他国家磁浮交通的规划和研究情况		219
3.1	德国应用线	220
3.2	美国应用线	221
3.2.1	巴尔地摩—华盛顿特区	221
3.2.2	匹兹堡机场—匹兹堡绿堡	222
3.3	荷兰应用线	223



第1章

磁浮交通发展概况