

同行专家业内评价意见书编号：20250861037

附件1

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）
同行专家业内评价意见书

姓名： 杨丁苏

学号： 22260178

申报工程师职称专业类别（领域）： 交通运输

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2025年05月27日

填表说明

一、本报告中相关的技术或数据如涉及知识产权保护、军工项目保密等内容，请作脱密处理。

二、请用宋体小四字号撰写本报告，可另行附页或增加页数，A4纸双面打印。

三、表中所涉及的签名都必须用蓝、黑色墨水笔，亲笔签名或签字章，不可以打印代替。

四、同行专家业内评价意见书编号由工程师学院填写，编号规则为：年份4位+申报工程师职称专业类别(领域)4位+流水号3位，共11位。

一、个人申报

(一) 基本情况【围绕《浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】

1. 对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况(不少于200字)

通过专业实践进一步巩固和提升了与电机相关的专业知识，也在实践中加强了对理论知识的理解，弥补了理论与实践的差异，尤其是对电路原理、数字电路、模拟电路等学科在电机领域的应用也有了更进一步的认识，结合应用从而更加全面地提升了对自己知识体系的建设。在项目的开展过程中，对MATLAB和Simulink的使用更加熟练，对RTLAB半实物仿真有了一定程度的了解，在PI参数的调试过程中对电机控制策略有了进一步的理解。在整个实习期间，阅读了很多与磁悬浮相关的文献，对磁悬浮也有了更深的认识。

2. 工程实践的经历(不少于200字)

专业实践训练在湖南省株洲市石峰区时代大道1099号湖南中车尚驱电气有限公司担任电机驱动系统设计工程师，累计395天。实践内容包括对公司业务板块的熟悉了解、核心产品及技术的应用、参与项目研究并承担一定工作。项目名称是高速磁浮列车基于半实物仿真平台的长线路仿真，主要研究内容是对高速磁悬浮列车使用的长定子直线同步电机在牵引和悬浮磁场存在耦合的情况下的长线路运行特性进行研究，研究结果为高速磁悬浮列车的设计提供了有价值的参考。

3. 在实际工作中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例(不少于1000字)

高速磁浮列车基于半实物仿真平台的长线路仿真项目的主要研究目标是分析加速段通过实时电流分配或近端满载使速度达到期望值600km/h，在指定位置以固定加速度减速到0的一个供电区间的运行特性，在此基础上，考虑悬浮系统和牵引系统的耦合，涉及变流器组切换的长线路运行特性。技术难点在于对一个供电区间的长定子直线同步电机建模，对变流器、馈电电缆、长定子分段的直线同步电机和牵引控制系统建立完整模型，考虑率加速段和减速段PI参数不同，考虑列车左右两侧不同长度的馈电电缆，考虑悬浮系统和牵引系统的耦合，对磁悬浮牵引控制不同控制策略的研究。在项目开展过程中，研究方案及技术路线分为以下三点展开：

1、在Matlab/Simulink中搭建600km/h的高速磁浮列车的电机模型及其控制模型，研究换步过程中相邻两个定子段定子电流变化的问题，验证模型搭建的可行性。

2、在加速段设置变流器容量为固定值，在制动段设置加速度为固定值，得到一个供电区间内的仿真运行情况。

3、在一个供电区间的基础上增设一组变流器，同时在考虑牵引和悬浮耦合的基础上仿真需要进行变流器组切换的长线路运行情况。

团队分工中校内指导老师提供项目问题解决建议，校外指导老师及企业人员提供具体仿真参数和仿真指导，本人完成仿真搭建及分析结果。本人在Matlab/Simulink中搭建了磁浮列车的电机模型及其控制模型，验证了模型搭建的可行性。在加速段和制动段使用不同的PI参数，通过实时电流分配或近端满载的方式使速度达到期望值600km/h，完成一个供电区间内的运行特性仿真。在此基础上，考虑悬浮系统和牵引系统的耦合，增加一组变流器完成涉及变流器组切换的多个供电区间的长线路运行特性的仿真。

该项目来源实践单位，是切实解决国家重大战略发展规划下的实际工程问题，项目研究把应用于高速600km/h磁悬浮列车的长定子直线电机作为研究对象，首先在Matlab/Simulink中搭建了磁浮列车的电机模型、变压器模型、运动模型、供电切换模型和逆变器及其控制模型，研究了换步过程中相邻两个定子段定子电流变化的问题，验证了模型搭建的可行性。其次，

逆变器控制使用速度电流双环控制，在加速段设置变流器容量为固定值，通过实时电流分配或近端满载的方式使速度达到目标值600km/h，在制动段则设置加速度为固定值，在加速段和制动段使用不同的PI参数，得到一个供电区间内的仿真运行情况。最后，在一个供电区间的基础上增设一组变流器，考虑牵引和悬浮的耦合，仿真需要进行变流器组切换的长线路运行情况。学位论文选题为长线路高速磁悬浮列车牵引传动系统的建模与仿真，与项目内容联系紧密，且项目结果是论文强有力的支撑部分。

(二) 取得的业绩(代表作)【限填3项, 须提交证明原件(包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等)供核实, 并提供复印件一份】

1. 公开成果代表作【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】

成果名称	成果类别 [含论文、授权专利(含发明专利申请)、软件著作权、标准、工法、著作、获奖、学位论文等]	发表时间/ 授权或申 请时间等	刊物名称 /专利授权 或申请号等	本人 排名/ 总人 数	备注
高速磁悬浮列车长线路 仿真模型研究	核心期刊	2025年03 月28日	微特电机	1/2	

2. 其他代表作【主持或参与的课题研究项目、科技成果应用转化推广、企业技术难题解决方案、自主研发设计的产品或样机、技术报告、设计图纸、软课题研究报告、可行性研究报告、规划设计方案、施工或调试报告、工程实验、技术培训教材、推动行业发展中发挥的作用及取得的经济社会效益等】

(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩： 85 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间： 1 年(要求1年及以上) 考核成绩： 81 分
本人承诺	
<p>个人声明：本人上述所填资料均为真实有效，如有虚假，愿承担一切责任，特此声明！</p> <p style="text-align: right;">申报人签名：杨丁苏</p>	

浙江大学研究生院
攻读硕士学位研究生成绩表

学号: 22260178	姓名: 杨丁苏	性别: 女	学院: 工程师学院	专业: 交通运输	学制: 2.5年						
毕业时最低应获: 24.0学分		已获得: 26.0学分		入学年月: 2022-09	毕业年月:						
学位证书号:			毕业证书号:			授予学位:					
学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质	学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质
2022-2023学年秋季学期	工程技术创新前沿		1.5	86	专业学位课	2022-2023学年春季学期	电气装备健康管理		2.0	90	专业选修课
2022-2023学年秋冬学期	工程伦理		2.0	93	公共学位课	2022-2023学年春季学期	数学建模		2.0	65	专业选修课
2022-2023学年秋冬学期	研究生论文写作指导		1.0	87	专业学位课	2022-2023学年春季学期	自然辩证法概论		1.0	86	公共学位课
2022-2023学年秋冬学期	高阶工程认知实践		3.0	87	专业学位课	2022-2023学年夏季学期	综合交通运输规划		2.0	92	跨专业课
2022-2023学年冬季学期	智慧交通仿真实践		1.0	89	专业选修课	2022-2023学年夏季学期	研究生英语基础技能		1.0	87	公共学位课
2022-2023学年冬季学期	新时代中国特色社会主义思想理论与实践		2.0	90	公共学位课	2022-2023学年夏季学期	智能交通系统与实践应用		2.0	89	专业学位课
2022-2023学年冬季学期	产业技术发展前沿		1.5	80	专业学位课		硕士生读书报告		2.0	通过	
2022-2023学年秋冬学期	研究生英语		2.0	75	公共学位课						

说明: 1. 研究生课程按三种方法计分: 百分制, 两级制 (通过、不通过), 五级制 (优、良、中、及格、不及格)。

2. 备注中 "*" 表示重修课程。

学院成绩校核章:

成绩校核人: 张梦依

打印日期: 2025-06-03



文献知网

文章目录

- 0 引言
- 1 长线路牵引供电系统结构
- 2 牵引供电系统仿真建模
 - 2.1 长定子直线同步电机数学模型
 - 2.2 忽略换相过程的列车品质模型
 - 2.3 加速过程变流器容量限制
 - 2.4 长线路模型
- 3 速度电流双环控制策略
- 4 牵引仿真结果
 - 4.1 输出电压相等实时电流分配法仿...
 - 4.2 近端变流器满载实时电流分配法...
- 5 结语

微特电机, 2025, 53 (03) 查看该刊收载目录来源

高速磁悬浮列车长线路仿真模型研究

杨丁苏 卢琴芬
浙江大学电气工程学院

摘要: 高速磁悬浮列车长线路运行优势明显, 建立多牵引分区的系统仿真模型对车辆运行性能的分析非常重要, 基于MATLAB/Simulink搭建了多供电分区的两端牵引供电仿真模型, 包含了3组变流器和2个直线电机, 采用了速度电流双环控制策略, 在加速段变流器容量24 MVA、制动段减速度 1 m/s^2 的设定条件下, 基于该模型仿真了长线路的车辆牵引性能, 结果表明, 采用输出电压相等和近端变流器保持满载这两种实时电流分配法, 均可以平稳切换该模型的牵引供电分区, 实现长线路仿真, 验证了模型的有效性。

关键词: 高速磁悬浮列车; 长定子直线同步电机; 牵引供电分区; 长线路;

DOI: 10.20026/j.cnki.ssemj.2025.0032

专辑: 工程技术II辑

专题: 铁路运输

分类号: U266.4

在线公开时间: 2025-03-28 19:25 (知网平台在线公开时间, 不代表文献的发表时间)

核心期刊目录	
华北电力大学学报	
电力建设	
现代电力	
电网与清洁能源	
智慧电力	
南方电网技术	
广东电力	
电力系统及其自动化学报	
电工电能新技术	
中国电力	
电力工程技术	
热力发电	
电力电子技术	
电力科学与技术学报	
电源技术	
微电机	
电气传动	
电气自动化	
电气技术	
电机与控制应用	
电力需求侧管理	
电池	
高压电器	
供用电	
微特电机	
大电机技术	
变频器	
电力信息与通信技术	
电气工程学报	
电源学报	
重庆大学学报	

高速磁悬浮列车长线路仿真模型研究

杨丁苏, 卢琴芬
(浙江大学 电气工程学院, 杭州 310027)

摘 要: 高速磁悬浮列车长线路运行优势明显, 建立多牵引分区的系统仿真模型对车辆运行性能的分析非常重要, 基于 MATLAB/Simulink 搭建了多供电分区的两端牵引供电仿真模型, 包含了 3 组变流器和 2 个直线电机, 采用了速度电流双环控制策略, 在加速段变流器容量 24 MVA、制动段减速度 1 m/s^2 的设定条件下, 基于该模型仿真了长线路的车辆牵引性能, 结果表明, 采用输出电压相等和近端变流器保持满载这两种实时电流分配法, 均可以平稳切换该模型的牵引供电分区, 实现长线路仿真, 验证了模型的有效性。

关键词: 高速磁悬浮列车; 长定子直线同步电机; 牵引供电分区; 长线路
中图分类号: TMS9.9 文献标志码: A 文章编号: 1004-7018(2025)03-0006-08
DOI: 10.20026/j.cnki.ssemj.2025.0032

Research on Simulation Model of Long-Distance High-Speed Maglev Trains

YANG Dingsu, LU Qinfen
(College of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: The high-speed maglev trains have obvious advantages in long-distance operation. For the analysis of vehicle operating performance, it is very important to establish the system simulation model with multiple traction zones. A simulation model of multiple power supply zones adopting dual-terminal power supply was established based on MATLAB/Simulink, which included three sets of inverters and two linear motors. A speed current dual-loop control strategy was adopted. Under the conditions of the converter capacity 24 MVA in the acceleration stage and the deceleration of 1 m/s^2 in the braking stage, the traction performance of vehicle in long distance was simulated based on this model. The results show that the traction power supply zones of the model can switch smoothly using real-time current allocation methods of both same output voltage and near end converter full load, realizing the simulation of long-distance and verifying the effectiveness of the model.

Key words: high-speed maglev train, long-stator linear synchronous motor (LSM), traction power supply zone, long-distance

0 引言

磁悬浮列车作为新一代轨道交通的代表, 相比于轮轨列车, 克服了车辆和轨道的摩擦, 具有运行速度更高、安全性更好、绿色环保等优点。我国幅员辽阔, 人口流动规模大, 对高速运输的需求日益迫切。2019年《交通强国建设纲要》提出了开展600 km/h高速磁浮系统的研发工作, 2021年《国家综合立体交通网规划纲要》进一步提出了研究推进超大城市间高速磁悬浮通道布局和试验线路建设的方案^[1-4]。

磁悬浮技术从悬浮原理上主要分成两类: 常导电磁吸引式磁悬浮技术和超导电动排斥式磁悬浮技术, 前者以德国 TR 系列为代表, 后者以日本 MLX 系列为代表^[5]。目前已商业应用的常导高速磁悬浮技术通过主动控制励磁电流来调节悬浮间隙, 再由长定子直线电机牵引列车运行, 其性能由牵引

供电系统来保障, 核心设备牵引变流器^[6]的容量优化、牵引性能和高性能控制策略已成为研究热点。因此, 需要建立考虑容量限制的牵引供电系统仿真模型。

文献[6]在建模时考虑了定子段换相过程中列车上的定子与轨道上的定子之间的重叠部分和非重叠部分, 建立了电机模型并分析了单相开路和相间短路情况下的故障影响。文献[7]在建立模型时不考虑定子段换相过程中列车上的定子与轨道上的定子之间的重叠部分和非重叠部分, 分别对加速阶段、匀速阶段和减速阶段的三相短路故障影响进行了仿真研究。文献[8]在运行过程中考虑悬浮系统和牵引系统的交叉耦合, 在有限元仿真结果的基础上, 基于线性回归最小二乘法拟合得到牵引力、悬浮力、励磁电流和定子电流的关系。文献[9]设计了扩展反电动势的观测器, 采用锁相环方法得到列车速度和转子角度, 该无速度传感器控制策略具有较好鲁棒