

《北京交通大学公派研究生项目申请表》

姓 名	张闪闪	学 号	18117030	性 别	女	出生日期	1995年02月12日
入学年月	2018年09月01日	录取类别	非定向				
所在学院	电气工程学院	就读专业	电气工程		指导教师	杨少兵	
所属重点学科	电气工程		所属科研团队/基地/平台		电力牵引教育部工程研究		
联 系 方 式	电话/手机: 15201332866			Email: 18117030@bjtu.edu.cn			
出 访 国 家	丹 麦		出 访 学 校 / 机 构		奥 尔 堡 大 学		
外方指导教师	Sanjay Chaudhary		拟访学/就读专业		电气与电子工程		
申请人外语水平	通过“国家公派研究生”		拟出访时间	2021年09月至2022年09月 共 12 月			
申 请 类 别	联合培养博士生						
博士论文研究方向	柔性牵引供电系统优化配置和能量管理系统						

研修计划的
简要说明

1. 研究背景 近十年来, 高速列车以其安全、舒适、经济的特点越来越受到人们的青睐。然而, 随着速度的提高和距离的延长, 巨大的能耗也不容忽视。但由于高速列车和铁路条件的复杂性, 实际运行控制和节能优化方法相对较少。除此之外, 不同于其它电力用户, 我国牵引供电系统采用 25KV 单相交流供电, 尽管可以为列车运行提供较大的功率, 但还有着以下缺点: 1. 牵引需求为在电网供电点对三相电网呈现出不平衡的单相负荷。尽管采用了特殊设计的牵引变压器(如 Scott 变压器), 但只有当列车吸收的所有供电部分的功率相同时, 才能实现充分的平衡。2. 牵引负荷峰值功率高且呈现剧烈波动时变特性, 对变压器等基础供电设备的供电能力提出了苛刻的要求。3. 单端馈电导致接触网末端电压不稳定(大功率牵引时电压降低, 再生制动功率返送时电压升高)。针对以上问题, 提出了铁路能量路由器(railway energy router)的概念和框架。它基于 DC/DC 变换器, AC/DC 变换器等电力电子设备, 建立交直流能源枢纽(AC、DC energy hub)来集成铁路与多种类型能源, 比如电池和超级电容等储能装置, 分布式光伏, 风电等新能源以及铁路辅助配电站等常规三相交流负荷。通过对各端口的电压电流进行实时控制, 该系统可实现能量管理和潮流调度的功能, 不仅可以动态提高能量利用率, 降低能源成本; 提高牵引系统供电能力, 降低其对电网的依赖性, 还可以缓解电能质量问题, 进而提高其可靠性。


2. 研究目标和研究方法 本课题主要将该方案的实施分成三部分: (1) 由铁路能量路由器、新能源、储能等装置组成的铁路微网的规划。针对铁路牵引负荷的特殊性, 开发各装置容量优化配置工具以达到经济性和可靠性之间的平衡。这一部分主要对牵引负荷进行预测, 并考虑储能元件在全生命周期内的运行成本和投资成本, 对铁路微网的经济效益进行评估, 实现投资成本最小化。(2) 铁路能量路由器的新概念创造了多种复杂的运行场景, 必须为其开发合适的路由控制策略。分析主要运行场景和功能, 实时采集和反馈、预测牵引负荷、新能源发电量、储能 SOC、常规电力负荷等参数, 提出在线能量路由控制策略, 实现各场景下的优化运行。(3) 研究 DC/DC 变换器, AC/DC 变换器等关键设备的建模方法和控制策略(control strategy), 实现新能源、储能、常规三相电网、牵引网集成的柔性牵引系统协调、稳定运行的目标, 并对牵引系统电能质量进行改善。基于 Matlab/Simulink 和半实物实时仿真验证控制策略。

3. 时间安排 2021.09 - 2021.12 研究奥尔堡大学在新能源并网逆变器的建模和控制方法, 将其应用于铁路微网中, 使整个系统在物理层可以实现稳定运行。2022.1-2022.3 学习并改进奥尔堡大学多能源耦合的协调控制策略, 使整个系统在信息层可以提供降低能源成本和提高系统稳定的控制命令。2022.4-2022.9 通过 Matlab/Simulink 仿真和半实物实时仿真整合整个系统, 并利用奥尔堡大学的先进实验仪器和设备, 搭建小型的实验平台, 进行实验, 对以上研究内容进行总结归纳。

4. 学成回国后的工作/学习计划 (1) 将国外新能源并网的研究成果与我国的电气化铁路现状结合, 建立新能源接入的铁路微网, 降低能源成本, 提高牵引供电系统的可靠性, 促进我国高速铁路进一步发展。(2) 总结国内外相关研究工作, 撰写“柔性牵引供电系统优化配置和能量管理系统”博士毕业论文。(3) 积极与同学分享我在奥尔堡大学获得的专业知识和研究方法; 与我的国外导师保持联系, 进一步促进国内外导师研究团队之间的交流与合作。

申请人签字:

张月 月

指导教师意见	同意出国留学申请 签字：  2021年 4月 14 日
所在学院意见	（包括被推荐人学习、工作情况；学术、业务水平和发展潜力；综合素质与健康状况；外语水平；出国研修的必要性和可行性；回国后对被推荐人的使用计划。请控制在 200-500 个字） 签字： _____ 公章： _____ 年 月 日

附：拟赴国外大学及院系、导师介绍（含学科水平、科研条件、导师学术成就等）

丹麦奥尔堡大学是欧洲乃至世界工科最顶尖的大学之一，在 2021 年 QS 大学排名中电子与电气学科排名世界第 40，近年来在该领域发表的论文引用因子居全球第 1。奥尔堡大学能源系系不仅有着很雄厚的师资力量及丰富的科研背景，还拥有最为先进的电力电子实验设备和平台。Sanjay Chaudhary 是奥尔堡大学能源系副教授，奥尔堡大学微网研究中心成员，实验室配有电网模拟器、飞轮、双向电力电子变换器、电子负载、多端中压连接以及运行不同工业通信协议的实时控制和监控平台等先进的设备。同时他在多个期刊担任审稿人，主要研究方向包括微网，新能源并网，电力电子等，包括会议论文在内共发表论文 65 篇。其团队负责人 Josep M. Guerrero 教授由于在微网的杰出贡献被评为 IEEE fellow.

S. Yang, S. Zhang and J. Ye, "A Novel Online Scheduling Algorithm and Hierarchical Protocol for Large-Scale EV Charging Coordination," in *IEEE Access*, vol. 7, pp. 101376-101387, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2929626.

教育部出国留学人员培训部
结业证书

CERTIFICATE
FOR GOVERNMENT-SPONSORED POSTGRADUATES GOING TO STUDY ABROAD

学员张闪闪,女,(出生日期 1995-02-12),
于 2021 年 01 月参加北京语言大学出国留学
人员培训部“国家公派研究生”英语高级班
培训。经统一考试,成绩合格,准予结业。

It is hereby certified that Ms. SHANSHAN ZHANG,
took the Advanced English Training Program for
Postgraduate Students at the MOE Training Center
For Overseas Study, BLCU, in Jan.2021 and has
passed the required tests with satisfactory scores.



Signature:

Dean of the MOE Training Center For Overseas Study
Beijing Language and Culture University

北京语言大学
出国留学人员培训部
二〇二一年二月
000000375A

Issued in Feb.2021

证书编号: 2101005



DEPARTMENT OF ENERGY TECHNOLOGY
AALBORG UNIVERSITY

FROM:
CENTER FOR RESEARCH ON MICROGRIDS CROM
ENERGY TECHNOLOGY DEPARTMENT
AALBORG UNIVERSITY
DENMARK
www.crom.et.aau.dk

To: Ms. Zhang Shanshan
Beijing Jiaotong University

PR China

Pontoppidanstraede 111
9220 Aalborg East
Denmark

Josep M. Guerrero
Center Director, Professor
Phone: +45 9940 9720
Fax: +45 9940 3820
E-mail: joz@et.aau.dk

CVR No.: 2910 2384
www.crom.et.aau.dk

Date: 29-03-2021

Ref: Invitation Letter

Dear Ms. Zhang,

I am delighted to invite you, Ms. Zhang Shanshan, born on November 26th in 1995, from the Beijing Jiaotong University, China, to visit the Aalborg University, as a joint-training PhD student for one year, starting from the 1st, September, 2021 to 1st, September, 2022.

Your proposed project on energy management systems is closely aligned with our current research activities. We will be able to provide necessary simulation and experimental facilities, and also our research experiences will support your independent research. From our interview and correspondence, I believe that your visit will enhance the existing collaboration between our two universities.

I know that the China Scholarship Council will cover your living and travel expenses. I will be able to provide office space and computer access. As a visiting scholar, you are not required to pay tuition fees.

Please feel free to contact me if you have any questions.

With my best regards,


Josep M. Guerrero
Director of the Center for Research on Microgrids CROM
Department of Energy Technology, Aalborg University
Pontoppidanstraede 111, room 1.025, 9220 Aalborg
Tel. +45 20378262
Email: joz@et.aau.dk
Denmark www.microgrids.et.aau.dk

北京交通大学 2021 年国家建设高水平大学公派研究生

项目国内导师推荐信

申请人姓名：张闪闪 学号：18117030 预计毕业时间：2022.12

拟留学国别、单位：丹麦 奥尔堡大学

国内所学专业/研究方向：电气工程

拟留学专业/研究方向：电气工程

导师姓名	专业技术职称	所在院系	从事专业
杨少兵	教授	电气工程学院	电气工程

导师推荐信内容（主要包括：对申请人推荐意见；重点对申请人出国学习目标要求、国内导师或申请人与国外导师的合作情况及对国外院校、导师的评价等）。

张闪闪同学的博士课题为“柔性牵引供电系统优化配置和能量管理策略”，近两年一直从事该领域的理论学习和课题研究，具有良好工作积累。该生态度端正学习刻苦，具有很强的求知欲和探索精神，能独立地开展科研工作。本次公派出国项目是其课题研究过程的重要组成部分。针对所申请项目她已进行了较为充分的前期探索，积累了经验、取得了阶段性成果。下一步通过与国外研究团队的合作交流，该生可以充分利用国外大学的专业理论基础和先进实验室设施，在所承担课题方面取得突破性进展。

奥尔堡大学在电气与电子方向具有良好的学术声誉，我团队已有多位博士研究生去往奥尔堡大学能源系进行联合培养，并多次邀请该校科研人员前来讲座，双方长期保持了密切的学术交流及科研合作。其中，微网研究中心的 Josep M. Guerrero 教授和 Sanjay K Chaudhary 教授在新能源并网控制和优化策略方面具有深厚研究经验，发表了多篇有很大影响力的高引用论文。

张闪闪同学已经具备的科研素养、工作基础、项目经历和英语交流能力都达到了联合培养要求，其所申请的联合培养团队及导师的科研水平属国际领先，实验条件良好，软硬件设施先进。因此，我推荐张闪闪去奥尔堡大学能源系微网研究中心进行联合培养，积极参与国外联合培养团队的研究课题，在学有所得基础上促进国内外科研团队的交流合作。

国内导师签字：

日期：

2021. 4. 14