

## 《北京交通大学公派研究生项目申请表》

姓 名	李宝琴	学 号	19117011	性 别	女	出生日期	1996年03月18日
入 学 年 月	2019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	吴俊勇
所 属 重 点 学 科			所属科研团队/基地/平台	电气工程学院 804 智能电网 研究室			
联 系 方 式	电话/手机: 18634802549			Email: 19117011@bjtu.edu.cn			
出 访 国 家	加拿大		出访学校/机构	曼尼托巴大学			
外方指导教师	Miroslaw Pawlak		拟访学/就读专业	电气与计算机工程			
申请人外语水平	符合要求		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	基于深度学习的电力系统暂态稳定评估						

<p>研修计划的 简要说明</p>	<p><b>背景:</b> 随着我国电力系统的快速发展, 特高压交流和高压直流输电网架逐渐形成, 互联规模不断扩大, 形成了超过 4 万节点、16 回直流的超大型“三华”电网, 对电力系统的安全稳定运行提出了严峻的挑战。传统的“离线计算、在线匹配”的调度方式已不能适应时代发展的要求, 以深度学习为代表的人工智能技术为电力系统在线暂态稳定评估与控制提供了新的思路。 <b>前期工作:</b> 在前期的学习和实践中, 我掌握了基于深度学习算法的暂稳预测的理论和一些科研方法并取得了一定的成果。在 Spark 环境下, 利用谷歌开源的 Tensorflow 人工智能平台, 进行了深度置信网络 DBN、卷积神经网络 CNN、长短期记忆网络 LSTM 等单体和组合模型的搭建。前期研究中, 我在人工智能模型的输入、评估性能以及自适应迁移更新等方面做了一定的工作。采用发电机功角“轨迹簇”特征作为各类深度学习算法的输入, 其大小不随系统规模的增加而扩大, 在 PMU 数据缺失时仍然具有较强的鲁棒性; 针对深度学习模型结构和参数选择困难的问题, 提出一种集成不同结构的深度置信网络模型, 使得评估性能得到了极大的改善并且有效避免了对模型结构和参数耗时耗力的寻优; 当电力系统的运行方式或拓扑结构发生较大的变化时, 采用样本迁移以及模型迁移技术, 对模型进行更新, 使其能够自适应追踪系统当前的运行方式。 <b>出国预期目标:</b> 曼尼托巴大学 Miroslaw Pawlak 教授及其团队也一直从事人工智能和暂态稳定分析相关的研究。因此, 我希望通过联合培养, 加入到 Miroslaw Pawlak 教授团队, 参与他们的课题, 与他们进行深入的交流, 进一步提高我自身的科研水平, 将他们在电力系统暂态稳定分析领域成熟的理论、科研经验和方法推广到国内, 在我国的实际大电网中进行示范应用, 增强电力系统安全稳定运行的第三道防线。前期工作中, 当系统预测为失稳时, 并没有进一步给出紧急控制策略以使系统恢复稳定运行状态。因此我希望在曼尼托巴大学, 能够学习他们在暂态稳定问题建模、控制等的先进技术, 学习他们的研究思路和科研经验, 充分利用曼尼托巴大学的科研条件和环境, 深入研究基于深度强化学习的暂态失稳紧急控制优化决策, 从而构建从输入特征, 模型评估、迁移更新以及失稳控制的一体化暂态稳定分析框架。 <b>科研方法:</b> 在联合培养期间, 首先, 通过阅读国内外研究文献以及相关书籍, 掌握深度强化学习算法的基本原理和具体实现。其次, 研究暂态失稳紧急控制策略的制定依据以及寻找最优控制策略。最后, 实现基于深度强化学习的暂态失稳紧急控制优化决策。从而构建一套完全基于数据驱动和人工智能的暂态稳定分析方法。 <b>时间安排:</b> 共计 12 个月 2021.9 -2021.11: 研究曼尼托巴大学在暂稳分析方面的建模方法, 研究其适用性, 掌握暂态失稳紧急控制的基本原理。2021.12-2022.2: 掌握强化学习中智能体与环境的交互机制及决策过程, 及其具体的算法实现。 2022.3-2022.5: 开发适用于电力系统暂态失稳紧急控制优化决策的深度强化学习模型, 能够在系统预测为失稳时进一步给出最优控制策略。 2022.6-2022.8: 构建电力系统暂态稳定评估、模型自适应更新和失稳后紧急控制优化决策的一体化评估框架。 <b>回国计划:</b> 如果能够得到留学基金委的资助, 回国后, 我也将结合国外研究现状和趋势, 根据我国交直流互联大型电网的实际情况, 构建适用于当前电网的智能评估与决策模型, 使研究具有更为现实的意义。同时会积极地分享我在曼大所学到的专业知识和研究方法, 当在某些问题上遇到瓶颈或取得突破时, 积极地与双方导师进行沟通和交流, 促进双方的合作交流关系。</p> <p style="text-align: right;">申请人签字: <b>李宝琴</b></p>
-----------------------	--

指导教师意见	同意。  <div style="text-align: center;">             签字：         </div> <div style="text-align: right;">           2021 年 4 月 12 日         </div>
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）          <div style="text-align: center;">           签字：         </div> <div style="text-align: right;">           公章：      年    月    日         </div>

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）

加拿大曼尼托巴大学是一所公立综合性研究型大学，是加拿大顶级大学之一，作为加拿大 U15 研究型大学联盟成员，在加拿大及世界范围内享有盛名。大学的工程系享誉全球，在过去的 100 年中，学校在科研方面取得了显著的成绩。其次，曼尼托巴大学所在曼尼托巴省的电力研究在加拿大处于很领先的位置，这个省有大量的电力企业和电力科研工业，为暂态稳定研究提供了研究基础。曼尼托巴大学的电气与计算机工程学院通过研究合作与当地国家和国际行业建立了紧密的联系，让学生从实际的理论概念中获益。学院在电力和能源、应用电磁学以及电力系统仿真、高压直流电力传输等领域的发展享誉全国和国际。开发了 PSCAD/EMTDC 等大型直流电磁暂态分析程序，为基于深度学习的电力系统暂态稳定评估提供了很好的条件。Miroslaw Pawlak 为曼尼托巴大学电气与计算机工程学院教授，IEEE 高级会员，他在美国、澳大利亚和欧洲等大学担任很多访问职务，有着扎实的理论基础和突出的创新能力，科研经验丰富。团队长期致力于人工智能和电力系统相关方面的研究，发表国际顶级 SCI 论文及专著数篇，近年来在该领域发表的论文的引用因子居行业前位置，拥有着雄厚的相关理论背景和优越的实验条件。

---

## 基本信息

李宝琴，女，1996年出生于山西运城，2018年毕业于北京交通大学，获学士学位；同年9月保送至北京交通大学进行硕博连续培养，专业为电力系统及其自动化。

---

## 项目经历

### 互联大电网高性能分析和态势感知技术 (国家重点研发计划 2018YFB0904500)

- **简介:** 基于广域故障特征，进行暂态功角稳定程度和可信度的评估，计及漏判/误判代价差异，提出智能调整决策面边界的暂态功角稳定评估方法，减少漏判，实现不完全 WAMS 信息下的暂态功角稳定态势的鲁棒评估。
- **承担任务:** 负责基于轨迹簇的广域故障特征提取；构建深度学习模型进行暂稳评估；实现模型的自适应迁移更新。

### 基于不完全 WAMS 信息的电力系统暂态稳定评估与紧急控制(国家自然科学基金 51577009)

- **简介:** 本项目对基于不完全 WAMS 信息的电力系统暂态稳定评估和紧急控制的基础理论和关键技术开展研究，采用智能机器学习算法进行电力系统暂态稳定的在线预测和稳定程度的分类评估。
  - **承担任务:** 找到一类不随系统规模增加而增大，容易测量和计算并且能够有效反映系统稳定或失稳运行状态的输入特征，研究 AI 模型在不完全 WAMS 条件下的应用性能。
- 

## 相关论文

- [1] B. Li, J. Wu, and L. Hao, "Anti-jitter and refined power system transient stability assessment based on long-short term memory network," *IEEE Access*, 2020, 8(1): 35231-35244. **第一作者**
    - **摘要:** 为了有效利用 PMU 的时序数据并且更好地平衡快速性和准确性之间的矛盾，提出一种基于滑动时间窗口的防抖动模型，有效减少了对失稳样本的漏判。
  - [2] 李宝琴,吴俊勇,邵美阳,等. 基于集成深度置信网络的精细化电力系统暂态稳定评估[J].电力系统自动化,2020,44(06):17-26. **第一作者**
    - **摘要:** 为了进一步提高电力系统暂态稳定的预测精度及给出更精细化的预测结果，提出一种基于集成不同结构的深度置信网络的精细化电力系统暂态稳定评估模型。
  - [3] 张若愚,吴俊勇,李宝琴,等. 基于迁移学习的电力系统暂态稳定自适应预测[J].电网技术, 2020,44(06):2196-2205. **第三作者**
    - **摘要:** 为了能够跟踪运行方式，基于卷积神经网络提出了一种自适应的预测方法，采用最小均衡样本集迁移更新原模型。
  - [4] 邵美阳,吴俊勇,李宝琴,等. 基于两阶段集成深度置信网络的电力系统暂态稳定评估[J].电网技术, 2020,44(05):1776-1787. **第三作者**
    - **摘要:** 针对深度学习技术结构选择和评估性能优化等困难，为了充分发挥深度学习的优势，提出一种两阶段集成深度置信网络的评估方法。
  - [5] B. Li, J. Wu. "Adaptive assessment of transient stability based on active transfer learning with deep belief network," *IEEE Transactions on power systems*. (under review) **第一作者**
    - **摘要:** 考虑到系统拓扑或运行方式发生变化时，预训练模型性能骤降的问题，论文提出一种主动迁移学习的方法，基于信息熵理论和主动学习进行样本选择。
  - [6] 李宝琴,吴俊勇,强子玥,等. 基于数据驱动和改进 DCGAN 的暂态稳定增强型自适应评估[J].电力系统自动化.(投稿中) **第一作者**
    - **摘要:** 故障态样本固有的不平衡性质制约了基于深度学习的暂稳评估方法的性能，针对暂稳预测样本不平衡问题，提出了一种改进深度卷积生成对抗网络的样本增强方法。
- 

## 专利

- [1] 一种基于迁移学习的电力系统暂态稳定自适应评估(201911088617.2) **第三完成人**
  - [2] 一种面向在线迁移学习的最小平衡样本的变步长生成方法(201911342187.2)**第三完成人**
- 

## 软件著作权

- [1] 基于深度置信网络 DBN 的电力系统暂态稳定预测软件 V1.0 **第一完成人**
- 

## 获得奖励

- 2019-2020 国家奖学金
- 2019-2020 北京交通大学“三好学生”
- 2018-2019 国家奖学金
- 2016-2017 国家奖学金
- 2016-2017 “西门子杯”工业自动化挑战赛华北赛区特等奖



University  
of Manitoba | Faculty of Engineering

Electrical & Computer Engineering  
E2-390 EITC  
75 Chancellors Circle  
Winnipeg, Manitoba R3T 5V6  
Canada  
T: 204 474 9603  
F: 204 261 4639  
umece@umanitoba.ca

December 9, 2020

**Applicant:** Baoqin Li

**Date of Birth:** March. 18, 1996

**Institution of Applicant:** School of Electrical Engineering, Beijing Jiaotong University

**Address:** No. 3 Shangyuancun, Haidian District, Beijing, China (100044)

To whom it may concern

This letter is to provide verification that I believe that Ms. Baoqin Li as a visiting PhD student starting from September 2021 to September 2022 has sufficient English ability to benefit from a visit to Manitoba University, Canada. As the Prospective supervisor of Baoqin Li at Manitoba University, I base my opinion on an online conversation I had with her about her research direction and experience on December 9 by using Microsoft Teams. Through the communication of us, I found that we share the same research direction and sufficient research enthusiasm, which can motivate us to realize technological innovation through joint-cooperation. Therefore, I insist that her spoken English has reached an advanced enough level to research efficiently in my group and to collaborate with my other co-workers. In addition, based on my interaction with her so far over email and her published academic papers, I believe that her written English is good enough to write up high quality papers that arise from the collaborative research in my laboratory. From the above, I especially support her application to be approved and hope to collaborate with her in the near future.

Sincerely,

Miroslaw Pawlak, Ph.D., P.Eng.  
Professor

Department of Electrical and Computer Engineering  
T: 204 474 8881  
miroslaw.pawlak@umanitoba.ca



**University  
of Manitoba** | Faculty of Engineering

Electrical & Computer Engineering  
E2-390 EITC  
75 Chancellors Circle  
Winnipeg, Manitoba R3T 5V6  
Canada  
T: 204 474 9603  
F: 204 261 4639  
umece@umanitoba.ca

December 9, 2020

Applicant: Baoqin Li

Date of Birth: March. 18, 1996

Institution of Applicant: School of Electrical Engineering, Beijing Jiaotong University

Address: No. 3 Shangyuancun, Haidian District, Beijing, China (100044)

Dear Ms. Baoqin Li

Per our conversation, I am very pleased to invite you as a visiting PhD student to work on transient stability assessment of power systems in the Department of Electrical and Computer Engineering at Manitoba University, Canada from September 2021 to September 2022. Meanwhile, you will also have a chance to discuss with our graduate students and researchers in this group.

Many visiting scholars from Manitoba university have enriched their research experience through working at the Department of Electrical and Computer Engineering, Manitoba University. We have world-class lab facilities and intensive collaborations with academia and industry. During your stay at Manitoba University, you will be provided with a desk space and have access to our research facilities, to our digital library and internet facilities for laboratory and research use only.

It is expected that you will conduct adequate research that will generate new ideas and data that can be used to produce engineering high-level journal and conference papers jointly authored by researchers from Manitoba University and Beijing Jiaotong University.

I understand that you will bring your own funding (from Chinese Scholarship Council) to cover all the expenses for this visit. Manitoba University will not provide any salary or stipend and not charging tuition fees. Besides, your English level is sufficient for communication and working in my group.

It would be my great pleasure to host Ms. Baoqin Li as a visiting PhD student in my group. In the case of further questions, please feel free to contact me directly at mirosław.pawlak@umanitoba.ca. I look forward to your visit and seeing you soon in Winnipeg, Canada.

Sincerely,

Mirosław Pawlak, Ph.D., P.Eng.  
Professor

Department of Electrical and Computer Engineering  
T: 204 474 8881  
mirosław.pawlak@umanitoba.ca

# 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：李宝琴

学号：19117011

预计毕业时间：2023 年 6 月

拟留学国别、单位：加拿大、曼尼托巴大学

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
吴俊勇	教授	电气工程学院	电力系统及其自动化

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）。

李宝琴同学本科保研申请本硕博一体化，自 2018 年本科毕设就一直着手基于人工智能的电力系统暂态稳定评估相关内容的研究。在稳定状态预测、模型自适应迁移更新等方面取得了很好的进展。目前以第一作者公开发表 SCI 论文 1 篇，EI 论文 1 篇，另有 3 篇论文在投，其他参与公开发表学术论文 8 篇。申请发明专利 4 个。作为负责人，主持“研究生科技创新项目”1 项（2020YJS162）。此外，作为主要研究人员参加了国家重点研发计划“互联大电网高性能分析和态势感知技术（2018YFB0904500）”，国家自然科学基金面上项目“基于不完全 WAMS 信息的电力系统暂态稳定评估与紧急控制（51577009）”以及国家电网公司总部科技项目“人工智能技术在电力系统的融合应用和战略规划研究（52020119003T）”。目前，李宝琴同学已经掌握了电力系统暂态稳定分析方面的专业知识，熟悉各类人工智能算法的基本原理及其实现。

李宝琴同学不仅科研成果突出，在生活方面，她乐于助人，与人友善，尊敬师长，在同学中起到了良好的带头模范作用。在政治方面，能够始终牢记自己的党员身份，坚决拥护党的领导，立场坚定。

加拿大曼尼托巴大学是一所公立综合性研究型大学，是加拿大顶级大学之一，作为加拿大 U15 研究型大学联盟成员，在加拿大及世界范围内享有盛名。其次，曼尼托巴省的电力研究在加拿大处于很领先的位置，这个省有大量的电力企业和电力科研工业，为暂态稳定研究提供了良好的条件。Miroslaw Pawlak 教授团队长期致力于人工智能和电力系统相关方面的研究，科研成果丰厚，拥有雄厚的相关理论背景和优越的实验条件。

我认为李宝琴同学在国内的研究基础、项目经历以及英语交流能力都达到了联合培养的水平，同时其申请国外联合培养导师及团队科研水平国际领先、实验室环境及硬件设施先进。因此我推荐李宝琴前去加拿大曼尼托巴大学进行联合培养。她将继续从事基于人工智能的暂态稳定预测和分析研究，探究如何采用强化学习算法找到系统失稳后的最优控制策略，从而构建基于深度学习模型的暂稳预测、模型更新和紧急控制一体化框架。

国内导师签字：



日期：2021 年 4 月 7 日