**动车组和机车牵引与控制国家重点实验室开放课题申请指南**

　　根据2018年度动车组和机车牵引与控制国家重点实验室应用研究项目工作方案，本着“开放、流动、联合、竞争”的原则，向国内外研究人员开放，设立实验室开放研究课题，发布课题申请指南，吸引和聚集国内外高水平科技工作者来实验室开展合作研究和学术交流。现公布2018年度动车组和机车牵引与控制国家重点实验室开放课题申请指南如下：

一、 课题设置

**课题1：牵引变流器电磁兼容仿真技术研究**

技术需求：

1.牵引变流器的电气模型与有限元电磁兼容仿真模型的建立。对牵引变流器电气特性进行分析、计算，构建牵引变流器的电气模型，研究其牵引制动工况下的能流传递状态变化。在此基础上，构建有限元仿真模型，分析不同工况下的电磁辐射特性。

2. 调制、控制方法对电磁干扰的影响分析与仿真。变流器开关器件的接通与关断是主要的干扰源，形成的PWM波中的大量的高次谐波的存在是电磁干扰的主要原因。从干扰源的角度考虑，分析SPWM与SVPWM调制及其控制算法，并进行仿真分析，以得到较好的解决方案来抑制高次谐波的产生，从而减少电磁干扰。

3. 对地铁牵引变流器的设计工艺的整改。从干扰的传播路径考虑，利用滤波、屏蔽、布线、接地等方式方法，形成抑制电磁干扰的可行方案，并进行仿真计算分析。根据仿真分析结果，整改变流器设计工艺。

提交成果：

（1）《牵引变流器电磁干扰机理分析与仿真计算》报告；

（2）《牵引变流器设计工艺整改方案》报告。

课题经费额度：38万元以内。

计划年限：1年

**课题2：时速250公里中国标准动车组牵引控制软件研发**

技术需求：

高性能的粘着控制方法离线模型的建立和控制软件实现。粘着控制算法的优化受限于运用现场的试验条件，因此高性能的粘着控制算法离线模型的建立可以有效解决因现场试验条件不便带来的困难。另外高性能粘着控制算法可以快速识别轮轨粘着状态的变化和当前工况的最大粘着点，提高动车组在雨雪、大坡道等恶劣工况的牵引力和制动力发挥，降低轮轨磨耗，提高乘车舒适性。

提交成果：

（1）四象限控制软件（可执行代码）

（2）逆变器控制软件（可执行代码）

（3）仿真试验报告

（4）地面联调试验报告

（5）装车试验报告

课题经费额度：50万元以内

计划年限：2年

**课题3：电力电子牵引变压器技术研究**

目前的车载电传动系统普遍采用工频牵引变压器，牵引变压器的重量约占整个系统设备重量的1/3左右，体积重量大、效率不高，严重制约了高速列车的性能和效率的进一步提升。车载电传动系统的轻量化、高能效一直以来都是相关领域技术研究的一个重要方面。列车速度越高、轴重越大，对轨道的冲击力越大，目前我国高速列车的最大轴重一般限制在17t以下，轻量化是高速列车的关键技术之一。采用工频牵引变压器的传统车载电传动系统的体积和重量已经对我国高速列车总体方案的设备布置和轴重指标形成了严重制约。

电力电子牵引变压器（PETT，Power Electronic Traction Transformer）通过电力电子技术与中高频变压器的组合实现高效能电能变换，以其为核心构成新型轻量化、高效能电传动系统，可彻底摆脱传统的大块头工频变压器，是未来新一代车载电传动系统的发展方向。

主要研究内容：

（1） PETT在列车牵引传动系统中应用调研分析，包括电力电子器件选型调研、冷却方案调研、电磁兼容调研、总体技术方案调研等内容；

（2） PETT级联拓扑结构控制技术；

（3） PETT与列车牵引传动系统匹配技术研究；

（4） PETT故障导向安全控制策略研究；

（5） PETT中高频变压器调研分析，包括在铁路领域应用中面临的挑战；

（6） 新型电力电子器件对PETT发展的影响调研分析。

提交成果：

（1） PETT在列车牵引传动系统中应用的调研分析报告，包括电力电子器件选型、新型电力电子器件对PETT发展的影响、冷却方案、电磁兼容、中高频变压器、故障导向安全控制策略、总体技术方案等内容。

（2） 研究报告：PETT电路拓扑方案调研与对比分析，搭建电力电子牵引变压器（半实物）仿真模型，验证PETT级联拓扑控制技术、故障导向安全控制策略等。

（3） 基于我国标准动车组CR400BF牵引系统主电路结构，研究PETT替代传统工频变压器方案，包括电力电子器件选型、冷却方案、电磁兼容、故障导向安全控制策略、新型电力电子器件对PETT发展的影响、总体技术方案等内容。搭建基于标准动车组CR400BF牵引系统PETT替代传统工频变压器（半实物）仿真模型，为以后工程化替换提供指导方案。

（4） 2篇论文（署名实验室资助项目，核心期刊）；

课题经费额度：30万元以内。

计划年限：1年。

**课题4：铁路机车自动驾驶控制技术算法研究**

技术需求：

本课题以提升铁路5000吨级货运机车按图运行能力和运行节能性为总体目标，研究分析适用于我国铁路机车在各种线路环境条件运行能耗变化的影响因素和影响规律，针对铁路机车运行相关的线路设施、线路条件、气候条件、信号闭塞、运行时刻表、牵引供电等外部环境及列车牵引/制动系统内部参数与特性，建立普速列车运动学与能耗模型，以操纵平稳性、技术速度跟随性和运行节能性为目标，基于多目标预测控制思想，设计满足安全约束的普速货运列车节能控制算法，提出适用于5000吨级的普速货运列车自动驾驶控制技术方案，减轻司机操纵负担，保障列车安全平稳运行，提高列车运行的正点性，同时降低机车运行能耗。

主要研究内容：

（1）普速货运列车运动学与能耗模型建立；

（2）研究满足安全、平稳约束的货运列车多目标预测自动控制算法；

（3）基于实车数据，对列车运动学与能耗模型、自动驾驶控制算法进行仿真验证、对比分析，验证模型和算法的正确性与有效性。

提交成果：

（1）普速货运列车自动驾驶控制软件；

（2）普速货运列车运动学与能耗模型建模与控制算法设计报告；

（3）基于实车数据的列车运动学与能耗模型验证与控制算法测试报告；

（4）基于地面半实物仿真平台的控制算法测试报告。

课题经费额度：30万元以内

计划年限：1年

**课题5：基于模型的系统工程方法在动车组设计中的适用性研究**

动车组是复杂产品的代表，子系统众多且相互关系复杂，涉及机械、电气、电子、控制等诸多学科，其设计存在多域复杂性。目前国内动车组研制采用的是一种以文档为中心的传统系统工程方法（TSE），其技术条件、需求分析、设计联络以及输入输出定义均是由一系列文档构成。TSE的文档是基于自然语言、基于文本形式，虽然也包括少量的表格、图示、图画、照片等，但由于自然语言并非专门为系统设计所发明，当系统的规模越来越大、涉及的学科越来越多、参与的单位越来越多时，不可避免会产生理解的不一致性。因此，TSE的文档在描述系统架构模型时具有“天生的缺陷”。

基于模型的系统工程（MBSE）是对系统工程活动中建模方法应用的正式认同，以使建模方法支持系统要求、设计、分析、验证和确认等活动，这些活动从概念性设计阶段开始，持续贯穿到设计开发以及后来的所有的寿命周期阶段。国际系统工程学会（INCOSE）在《系统工程2025年愿景》中进一步对MBSE的发展进行了阐释：基于模型的系统工程将成为系统工程实施的“标准”，重点放在集成建模环境上。集成模型可减少不一致性,实现自动化,并通过分析支持早期和连续验证。近年来阿尔斯通和庞巴迪在动车组产品研制中均逐步采用了基于模型的系统工程方法，并于2015年左右发布了经验总结，认为MBSE的实施提升了设计质量，提高了生产效率，降低了开发风险，加强了团队沟通，增强了知识转移。此外，近年来UIC-IEC TRAINET工作组在标准制定中也采用了MBSE方法及SysML描述。

由此可见，MBSE方法的采用已成为工业界产品设计研发的一个趋势。MBSE的实施需要有3个支撑：一种建模语言、一种建模方法和一种建模工具。其中，建模方法是MBSE实施的重点，虽然目前学术界提出了一些经典的MBSE方法如INCOSE面向对象系统工程方法（OOSEM）、Weilkiens系统建模（SYSMOD）方法、IBM Telelogic Harmony-SE方法等，但一般企业均会根据业务需求进行MBSE方法的定制。

本课题将以新研制动车组项目为依托，探索MBSE方法在国内动车组设计中的适用性。具体为结合动车组某子系统（如牵引系统、制动系统或网络系统等），以SysML语言进行多因素和多视角的整车系统（架构和功能）可视化建模和验证，同时对控制与结构元素联动等关键技术问题进行研究，总结一种通用的、统一的、有效的、易理解的动车组整车系统（架构和功能）建模模式，进而提升国内动车组研发的标准化水平和效率。

提交成果：

（1）在动车组整车系统（架构和功能）统一模型表达、相关参数联动等理论方面有所突破；

（2）基于MBSE的自顶向下全流程整车系统（架构和功能）的精确易读模型；

（3）在国内外重要核心期刊或会议上发表学术文章1篇以上；

（4）研究报告1篇。

课题经费额度：25万元以内

计划年限：1年

二、 课题申请及有关要求

**（一）接受具备下列条件研究课题的申请**

　1.符合《指南》资助范围的研究。

　2.学术思想新颖，创新性明显，立论根据充分，研究目标明确，研究内容具体，研究方法和技术路线合理、可行，经费预算科学合理，近期可取得重要进展的研究。

　3.申请者与课题组成员应具备实施该课题的研究能力和可靠的时间保证，并具有基本的研究条件;申请者必须是课题的实际主持人。

　4.遵守科学道德，以严谨的科学作风和实事求是的科学精神撰写申请书。

　5.不涉及知识产权纠纷等问题。

**（二）指南文件发布**

《指南》在铁科院院网上发布。

**（三）课题承担单位的确定**

　　有意承担课题的申请人与我实验室联系，以报名表方式提出申请，并附营业执照或社会团体登记证书或事业单位法人证书或其他类型主体资格证书复印件(加盖公章)等。实验室学术委员会对课题申请书进行评审，按照择优支持的原则确定资助对象。必要时申请者须按规定参加答辩。

**（四）课题实施**

　　确定承担单位后，按国家经费管理的有关规定和本实验室开放课题项目管理办法签订协议，承担单位按照合同约定组织课题研究工作，课题经费的使用要符合相关规定。

**（五）课题结题和成果标注**

　　1.研究报告中应包括该项技术综合评述以及应用建议。

　　2.研究课题完成后，申请人需认真填写课题结题报告，进行验收并存档，并作为下一期申请的依据之一。

　　3.研究课题的有关论文、专著、成果评议鉴定资料等，均应标注：

　　中文：动车组和机车牵引与控制国家重点实验室，北京，100081

　　英文：State Key Laboratory for Traction and Control System of EMU and Locomotive, China, 100081

　　4.研究课题所取得的成果（包括收集到的资料、研究报告、相应课题内开发的软件及其测试检验报告等）归实验室及研究者共同所有。

**（六）其他要求及有关说明**

　　1. 鼓励获得课题资助的申请者来实验室开展研究工作或派研究生到本实验室工作，实验室将提供软硬件和相关数据的支持。

　　2. 本次申报不收取保证金。

三、 主要时间节点

申请者应在2018年11月30日17:00以前将《课题申请书》一式4份（加盖单位公章的原件）送达（或邮寄到）动车组和机车牵引与控制国家重点实验室秘书处。申请书装入一个封套内，并在封口处加盖投标人公章加以密封。封套正面按申请书封面填写有关内容。

四、实验室秘书处联系方式

　　地 址： 北京市海淀区大柳树路2号机辆所301房间

　　邮 编：100081

　　传 真：010-51849263

联系人：刘爽 010-51874242 宋冠群 010-51849363

邮箱：liushuang@rails.cn