

## 附件 1

# 四川省工程技术研究中心 2018 年度工作总结

中心名称： 国家轨道交通电气化与自动化工程技术研究中心

依托单位（公章）： 西南交通大学

通信地址： 四川省成都市高新区西部园区西南交通大学 10 号楼电气馆 609 室

邮政编码： 611756

联 系 人： 何晓琼

联系电话： 028-66366863

传 真： 028-66367900

邮 箱： hexq@swjtu.cn

四川省科学技术厅制

## 一、年度总体运行概况

国家轨道交通电气化与自动化工程技术研究中心（以下简称“中心”）依托西南交通大学组建，2012 年以全国第一名优秀通过科技部验收在科技部、四川省科技厅、国家铁路局、中铁总公司的大力支持下，中心继续保持了良好的发展势头，在技术开发、成果转化、人才培养、社会服务、基地建设等方面成效显著。

2018 年，在继续扩大铁路供电综合 SCADA 系统、高速铁路变电站自动化系统、机车模拟驾驶系统等传统技术优势的基础上，围绕电气化铁路同相供电系统、高速铁路弓网系统运营安全保障成套技术、智能牵引供电系统、复合材料接触网支持结构、高效能电力电子牵引变压器、燃料电池混合动力 100%低地板有轨电车、新能源接入牵引供电系统、无线牵引供电系统、牵引变电站巡检机器人等关键技术大力开展工程技术研发，研究进展顺利，并取得了阶段性的成果；中心全力服务于 10 家产业化基地企业的发展，积极服务于各项科技成果转化、产业化和社会服务；中心承担了在研各类科研项目 154 项，其中省部级以上项目 82 项；授权发明专利 86 项；三大检索收录论文 227 篇，其中 SCI 收录 115 篇、EI 收录 109 篇；举办培训班 18 个，培训人数共 2130 人；全年共开展国际学术访问与交流 52 人/次，国内技术交流会与展销会 4 次，学术报告会与专题讲座 56 次，承办了轨道交通

供电系统创新技术国际研讨会、中国超高速磁浮技术发展战略研究项目启动会暨第二届粤港澳大湾区先进轨道交通高峰论坛。

## 二、科技创新与工程技术研发情况

2018 年度，根据行业技术发展情况，中心围绕轨道交通电气化与自动化领域，开展了系列科技创新和工程技术研发工作，在高速铁路弓网系统运营安全保障成套技术与装备、燃料电池混合动力有轨电车、基于全 SiC 器件的辅助变流器研制、城轨交通靴轨系统监测及状态评估关键技术、高速铁路接触网故障预测与健康管管理、电气化铁路大型卷铁心节能型变压器成套技术与装备、高速铁路牵引变电站巡检机器人成套系统、非接触供电技术、复合材料接触网整体腕臂支撑装置等方面的研究工作取得了突破性进展。相关创新性成果获得国家科技进步二等奖 1 项，省部级一等奖 1 项、二等奖 3 项、三等奖 1 项；承担国家、省部级项目 82 项，到位经费 2439.8 万元；发表论文 284 篇，其中 SCI 论文 115 篇，EI 论文 109 篇；出版著作 3 部；申请发明专利 127 项，授权 86 项；制定国家标准 1 项，获批国家标准 1 项；形成科技成果 19 项，其中自主创新成果 18 项，引进、消化、吸收再创新成果 1 项，以产品类形式产出成果 7 项。

主要科技创新与工程技术研发进展如下：

## 1) 高速铁路弓网系统运营安全保障成套技术与装备

受电弓-接触网系统的可靠稳定运行直接关乎高速铁路的运营安全，中心基于高速弓网系统的运行特点，建立了“6类检测装备和供电段/铁路局/总公司3级检测数据融合与分析诊断的综合数据处理中心”一体化的检测与诊断体系，研制了6类高铁弓网系统安全运行综合检测监测装备与综合数据融合诊断平台，并在研制过程中形成了系列技术规范，丰富与发展了检测监测与诊断、海量数据挖掘、服役性态评估等关键技术与理论，揭示了接触网结构位移与几何参数畸变的内在关系和动态电弧对弓网受流性能的影响规律，解决了弓网服役性态和受流性能的特征难题；突破了高铁弓网系统检测监测与诊断评估系列关键技术，解决了接触网零部件松脱断裂智能识别、弓网服役性态诊断评估的国际难题；实现了高铁弓网系统安全运行诊断成套技术与装备的自主创新，推动了高速铁路牵引供电安全保障技术的发展与进步，并逐步辐射至普速电气化铁路和城市轨道交通。研制的“高速铁路弓网系统运营安全保障成套技术与装备”获2018年国家科技进步二等奖。

## 2) 燃料电池混合动力有轨电车

燃料电池混合动力有轨电车是采用新能源（氢能）的新型无接触网现代有轨电车技术，具有清洁、高效等优点，中心基于燃料电池混合动力系统的运行特点，完成了系统集成

和能量管理系统研发，在国家科技支撑计划支持下，成功研制了世界首列燃料电池/超级电容混合动力 100%低地板有轨电车样车，并在研制过程中丰富与发展了燃料电池系统优化控制与故障诊断、混合系统能量管理控制等关键技术与理论，实现了机车用燃料电池混合动力系统集成与控制的自主创新，推动了新能源机车技术的发展与进步，并有效推动了氢能技术在城市轨道交通领域的应用。在 2018 年度完成了新一代燃料电池混合动力系统的集成与测试，为在成都市开展示范运营奠定了基础。

### **3) 基于全 SiC 器件的辅助变流器研制**

高效的辅助变流器直接关乎地铁等车辆供电系统的效率以及列车的正常运行。在高效、减重、减体积三重要求下，研发基于新型宽禁带半导体 SiC 材料器件的辅助变流器系统，完成了 1500V/85kW 和 600V/15kW 的全 SiC 器件辅助变流器的样机设计与测试，提出了适应宽电压范围的一级隔离 DC-DC 变换器控制方法，利用 SiC 器件的高频优势用中高频变压器取消了工频变压器，在提升系统的效率的同时极大地降低了体积和重量。可实现辅助变流器由传统的 Si 器件向 SiC 器件的过渡和转换，推动了辅助变流系统向新型宽禁带器件技术的迈进，可逐步向地铁和高铁辅助变流器的推广。

#### **4) 城轨交通靴轨系统监测及状态评估关键技术与示范应用**

中心结合目前国内外城轨交通靴轨发展现状，以广州地铁下接触式接触轨与车辆集电靴为背景，开展了城轨交通靴轨系统监测及状态评估关键技术与示范应用项目，研究靴轨系统动态参数测量、数据融合技术及动态仿真等关键技术，构建靴轨系统动态仿真平台，建立靴轨系统接触质量评价体系，研制适用于 120km/h 电客车为装载平台的城轨交通靴轨系统监测及状态评估平台并示范应用。

#### **5) 高速铁路接触网故障预测与健康管管理**

在保证高铁接触网安全性的前提下，运用故障预测方法事先发现接触网故障征兆，进而实现接触网的状态维修，对科学健康管理接触网十分重要。中心分类分级提出了接触网系统健康指标体系；提出了一系列基于深度学习的 4C 图像的零部件缺陷自动识别方法；提出了故障预测系列方法，包括缺陷规律分析的时间序列预测模型、接触网系统状态评估方法、接触网系统故障预测模型、维修前剩余时间估计模型、关键零部件剩余寿命估计方法等。成功研制高铁接触网 PHM 样机 1 套（在广州供电段示范应用）；编制完成高铁接触网 PHM 系统总体技术要求 1 份（通过铁总方案评审）。

#### **6) 电气化铁路大型卷铁心节能型变压器成套技术与装备**

由于牵引负荷的间歇性，牵引变压器节能减排空间巨大，

中心围绕高电压大容量牵引变压器的制造工艺、设计技术与试验技术等重大技术难题，开展系统的理论研究、技术创新与工程应用，对于提高电气化铁路经济效益与运营安全意义重大。依托项目“电气化铁路大型卷铁心节能型系列变压器的研制及应用”获 2018 年中国铁道学会科学技术奖一等奖。

### **7) 高速铁路牵引变电站巡检机器人成套系统**

牵引变电站是高速铁路能源供给的核心装备，其安全监控、状态监测是高铁安全运行的重要支撑。中心根据牵引变电站的运行特点，研制了巡检机器人成套系统，在自主机器人运动载体方面，系统地掌握并实现了自主定位、导航、路径规划、自动巡检、自动充电和等核心技术，在智能识别方面，掌握并实现了自动图像数据采集、基于深度学习的表计读数自动识别，断路器、变压器运行状态自动检测等核心技术。实现了高铁牵引变电站无人化值守，丰富与发展了自主机器人、人工智能等领域的关键技术与理论。

### **8) 轨道交通非接触牵引供电试验平台**

非接触牵引供电可有效解决现有城市有轨电车接触网供电易受天气影响，故障率高，供电不稳定等问题。中心所研发的非接触牵引供电有轨电车平台已通过验收。项目各项指标均达到预期要求，传输功率、效率、稳定性、电磁辐射等部分指标优于合同指标，验收圆满成功。该平台可实现 40m 轨道全长、20kW 传输功率、12cm 气隙距离、直-交-直三级

变换效率达到 85%。进一步研发了大功率非接触牵引供电技术与实验平台。目前,已实现开关频率 50kHz,传输功率 200kW,传输距离 5-15cm,静态效率>90%,动态效率>86%的无线能量传输。国家科技部十三五课题进展顺利,预计年中能实现 500kw 功率的传输。

### 9) 复合材料整体腕臂接触网支持结构

中心研制的“复合材料整体腕臂接触网支持结构”已通过铁标的绝缘污秽试验、绝缘性能型式试验和机械性能型式试验,正在鄂尔多斯新准铁路挂网试验,效果良好。

## 三、 人才培养与队伍建设情况

中心现有 112 人,其中教授(研究员)和副教授(副研究员、高工)78 人,含院士 1 人、“千人计划”入选者 2 人、长江学者/国家杰青 3 人、享受国家政府特殊津贴 9 人、国家级“百千万人才”2 人、四川省“万人计划”4 人、四川省千人计划 4 人、四川省杰出青年 8 人、四川省学术和技术带头人 10 人、四川省突出贡献专家 5 人。组建以中国工程院钱清泉院士为技术带头人,以国家“千人计划”入选者周克敏和陈全芳教授、享受国务院特殊津贴的李群湛教授、何梁何利奖获得者高仕斌教授、长江学者/国家杰青吴广宁教授、杰出青年/万人计划何正友教授、享受国务院特殊津贴的陈维荣教授等为骨干的 14 个研发团队。



2018 年中心新增人才如下：吴广宁教授当选为 IEEE Fellow，何正友教授入选长江学者特聘教授，刘志刚教授入选国家万人计划科技领军人才（已通过答辩）和科技部青年科技创新人才，麦瑞坤教授入选青年选拔人才（已答辩），高仕斌教授入选四川省天府万人计划杰出科学家，吴广宁教授入选四川省天府万人计划教学名师，何正友教授入选四川省天府万人计划创新领军人才，胡海涛副教授入选四川省天府万人计划科技菁英，李奇教授和周国华教授当选 IET Fellow，高国强教授入选四川省杰出青年科技人才，张宏伟教授和解绍锋教授成为四川省学术和技术带头人后备人选，周国华教授带领的新能源电能变换与控制团队成为四川省青年科技创新研究团队。

2018 年，中心新增教授 1 人，新增副教授（高级工程师）2 人，新进专职科研人员 1 人，新进教师 1 人，财务管理人员 2 人（退休 1 人）；培养硕士 202 人，博士 21 人；承办中国铁路总公司 2018 年铁路供电调度员职业技能竞赛(决赛)；承接培训班 18 个，累计培训 2130 人。

## **四、投资和工程化能力建设情况**

### **1、投资情况**

2018 年，中心继续以成都国佳电气工程有限公司（以下简称“国佳电气公司”）作为成果转化、产业化及社会服务

的主要载体。国佳电气公司继续发挥自身行业优势，服务中心电气化铁路同相供电系统、高速铁路弓网系统运营安全保障成套技术、智能牵引供电系统、复合材料接触网支持结构、高效能电力电子牵引变压器、燃料电池混合动力 100%低地板有轨电车、新能源接入牵引供电系统、无线牵引供电系统、牵引变电站巡检机器人等重大工程科研项目。

2018 年，中心计划投资 4662 万元，实际投资 4969.17 万元，投资率为 106.6%，超额完成了投资计划；实现了自身良性发展，保障了中心的可持续发展。中心共拥有产业化基地公司 10 个，基本情况如下：

序号	公司名称	注册资本 (万元)	持股比例	备注
1	成都交大光芒科技股份有限公司	6600	20%	
2	成都交大许继电气有限责任公司	5100	20.1%	
3	成都尚华电气有限公司	1000	20%	
4	江苏新绿能科技有限公司	3000	25%	
5	东莞国佳轨道交通发展有限公司	100	100%	
6	四川聚智精创轨道交通科技有限公司	2000	50%	
7	成都交大川电科技有限公司	2460	24.4%	
8	四川荣创新能科技有限公司	1000	10%	
9	成都唐源企业管理中心（有限合伙）	2800	46.2%	
10	成都运达科技股份有限公司	8400		上市公司

## 2、工程化能力建设

一年来，中心围绕我国轨道交通电气化与自动化领域发展的需要，尤其在轨道交通新装备、新能源、新材料、新制式等领域，利用数字化、智能化、新能源、新材料、新工艺等新技术，融合创新管理机制和装备创新环节，加强了人才

队伍的建设，科技开发队伍不断得到充实、优化、稳定，形成了一支学术技术水平高、工程经验丰富、年龄结构合理、创新能力强、国内本领域综合实力最强的研发团队。

中心拥有固定资产 8126.5 万元；现有研发场地 2291.86m<sup>2</sup>，建有 5 个功能完备、国际领先、运转高效的研发中试基地和 12 个研发测试平台，以及牵引供电自动化系统等 21 个研究室，有力支撑了 6 个方向的技术研发、中试试验与工程化。

## 五、开放服务与合作交流情况

中心高度重视对外开放服务能力的建设，通过参与国家重大项目科学试验及安全检查、与企事业单位开展项目合作及技术咨询、开放中心研发测试平台、培训行业从业人员、设置开放课题、帮助企业构建研发平台、积极开展国内外学术技术交流等方式，开展了全方位的对外开放服务工作，成效显著。

1) 开展技术培训、技术交流、技术咨询：举办培训班 18 个，培训人数共 2130 人；全年共开展国内外学术访问与交流 52 人次，学术报告与专题讲座 56 次，承办了首届“轨道交通供电系统创新技术国际研讨会”和“中国超高速磁浮技术发展战略研究项目启动会暨第二届粤港澳大湾区先进轨道交通高峰论坛”；开展技术咨询、技术服务 40 项。

2) 对外合作与交流：接待法国贝尔福-蒙贝利亚大学、瑞典查尔斯姆理工大学、俄罗斯铁路总公司等 30 余家高校及企业参访。

3) 国际合作与交流：组团赴香港分中心检查工作并开展科技合作，并以香港分中心为高铁走出去国际化窗口，将成果辐射至巴西、新加坡、澳大利亚、英国、美国等世界各地。

## 六、成果转化推广与行业影响

1) 主持研制的世界首套“单三相组合式同相供电装置”系原创技术，具有自主知识产权，填补世界空白，处于国际领先水平，具有重大的实用价值，可以在高速铁路、重载铁路、普速铁路、市域铁路等轨道交通工程中推广应用，目前单相组合式同相供电技术在温州 S1 号线市域铁路温州牵引变电所正式投入试运行，情况良好。

温州市域铁路 S1 线一期工程是被列入“十二五”国家战略新兴产业示范线工程的第一条轨道交通项目，也是温州市首个国家战略新兴产业示范项目，具有创新应用技术、自主化程度高、成长潜力大、综合效益好等特征，具有重大引领带动作用。

2) 主持研发的“高速铁路弓网系统运营安全保障成套技术”涵盖包括 16 种技术规范的技术体系，包括 6 类监测

装置、3 级诊断评估中心、3 种检修维护装备的装备体系和包括 11 种管理规范的管理体系。该技术获 2018 年度国家科技进步二等奖。

3) 牵头研制的“智能牵引供电系统”于 10 月 22 日通过评审，将在“智能京张”铁路推广应用。研制的世界首台“节能牵引变压器”、“数字化牵引变电所”已在京沈施工安装，高速铁路牵引变电所 PHM 系统已在京沈客专阜新变电所安装调试，牵引供电广域保护测控系统在京沈高铁完成重组自愈功能试验验证。

5) 研制的国内最大功率“无线供电轨道线路”试验功率可达 200kW，效率达到 90%。

6) 主持研发的高铁供电综合 SCADA 系统、牵引变电所自动化系统、弓网检测与诊断系统、列车驾驶仿真培训系统等关键技术装备，在全路 18 个铁路局、25 个城市地铁的 40 多项国家重大工程项目中应用，市场占有率分别为 90%、50%、90%、95%。

以上新技术的应用，推动了轨道交通设备制造快速发展，提升了中心的行业影响力和企业竞争能力，成为我国轨道交通高端装备“走出去”的代表。

## 七、经济社会效益情况

2018 年中心及其产业化基地企业在大力推广既有产品

的基础上，加强工程技术研发和技术创新，积极开展新装备、新能源、新材料、新制式等轨道交通系统的研制，取得了显著的经济效益和社会效益，中心及国佳电气公司通过科学研究、技术开发、技术咨询和人员培训等方式，实现技术性收入 4692.6 万元；中心各产业化基地产品销售收入折算到中心共实现产品销售收入 6697.5 万元，共实现利税 3118.7 万元，为行业企业创造间接经济效益超过 20 亿元。

中心研制的“燃料电池混合动力有轨电车”，已经具备批量生产能力。目前全国已经规划有轨电车线路 50 余条，有轨电车线路总长超过 1200 公里，市场容量超过 2000 亿元。正在推动在成都市新都区建设示范线。该有轨电车的研制将有力促进本行业的技术进步，推动制氢、储氢、燃料电池、超级电容等相关产业链的发展。

中心研制的基于全 SiC 器件的辅助变流器产品覆盖到轨道交通线中地铁、轻轨、单轨、市域快轨、现代有轨电车、磁悬浮等 95.4%的城市轨道交通线路形式。该辅助变流器的研制将有力促进牵引传动变流技术的进步，推动宽禁带半导体、器件驱动等相关产业链的发展。

中心开发的“高铁接触网 PHM 系统平台”，已经具备在全国部署的基础。目前全国铁路局集团 18 个、供电段 82 个，同时开通地铁的城市 35 个，市场容量超过 10 亿元。正在推动在我国首条智能高铁“京张铁路”和首条 160 公里刚性接

触网“北京地铁新机场线”建设示范工程。接触网 PHM 系统平台将有利促进牵引供电系统与大数据、人工智能等技术的融合，推动轨道交通发展。

中心研制的“高速铁路牵引变电站巡检机器人”成套系统，已经具备工程化能力，正在西成客专进行试运行，并向地铁变电站巡检延伸。目前全国高速铁路通车里程已达 2.9 万公里，2020 年全国城市轨道交通运营总里程预计达到 6000 公里，市场容量可达 10 亿元。该巡检机器人的研制将有力促进本行业的技术进步，推动人工智能、传感器、执行器和机器人系统集成等相关产业链的发展。

中心研发的非接触牵引供电技术已具备工程化应用能力，目前正在筹备建设唐山非接触牵引供电有轨电车试验线和交大非接触牵引供电校园示范线，示范成功，将可在全国推广。非接触供电技术还可应用于港口码头龙门吊、电动汽车、机器人等行业。非接触牵引供电技术研发将使我国的电气化铁道非接触牵引供电系统高端制造装备处于国际先进水平，促进非接触牵引供电系统开发设计、重点设备制造研发、创新人才培养和人才聚集，形成多学科交叉融合的系统设计和设备制造学科群。

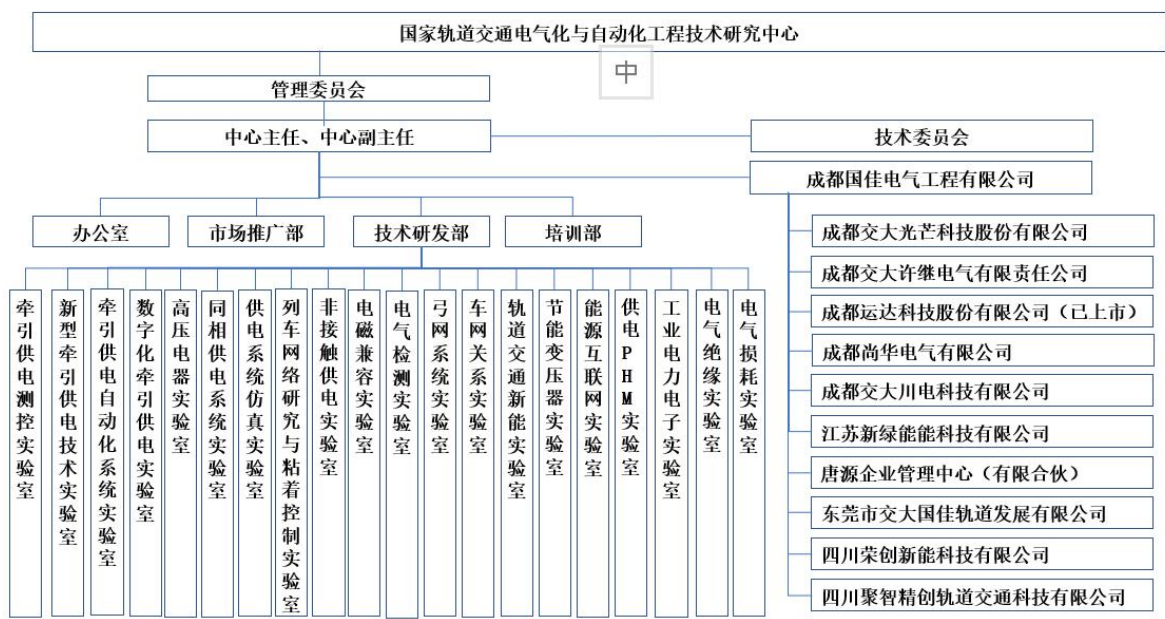
高速铁路弓网系统运营安全保障成套技术与装备项目填补了高铁弓网系统运营安全保障技术体系的国际空白。已应用于全国所有的 18 个铁路局，为保障我国高铁安全运营

发挥了不可替代的作用。近 3 年新增销售额 34.34 亿元，全路减少接触网大修成本约 10 亿元，间接经济效益逾 18 亿，社会经济效益显著。

## 八、管理运行情况

1、组织管理中心采取管理委员会领导下的主任负责制，由技术委员会提供技术决策和咨询，下设办公室、技术研发部、市场推广部和培训部。

组织构架图



为中心运行独立性和可持续发展，并结合高校科研人事管理的特点，成立了“西南交通大学轨道交通电气化与自动化工程技术研究中心”校内独立二级科研机构，采用校内二级事业单位管理、相对独立核算的管理模式，主要开展共性、前沿技术研发和人才培养；成立了独资的成都国佳电气工程



有限公司作为中心成果转化、产业化及社会服务的主要载体，持有中心 10 家产业化基地企业各 20%股份，并按照《公司法》的要求独立经营运作，实行董事会领导下的总经理负责制。为调动科研骨干的积极性，增强产业化基地的可持续发展，有机协调中心、社会力量及个人利益，中心主要研发及管理人员也持有各产业化基地企业的股份。

中心设有四个职能部门：办公室协助负责中心行政管理工作；市场推广部负责协调管理各产业化基地公司、新技术、新产品等工程化与产业化、知识产权的管理；技术研发部负责协调管理研究室，负责前沿技术研发、新技术工程应用难题、技术合作与交流，协助负责新技术的工程化、产品化；培训部负责各类技术培训和咨询服务。

2018 年运行管理情况如下：

1) 2018 年 10 月组织召开了第二届第三次技术委员会会议，研讨了中心未来发展与川藏铁路供电技术进行了全面深入研讨，并审议了中心 16 项预研项目和年度开放基金项目。

2) 2018 年 12 月组织召开第二届第三次管理委员会会议，总结了中心 2017-2018 年工作进展，并研讨了未来建设发展方向。

3) 2018 年 12 月组织召开了香港分中心管理委员会并对香港分中心 2018 年工作进行全面检查。

## 2、安全工作

1) 各实验室张贴了安全管理制度和安全警示，规范危化品管理制度；

2) 每季度进行实验室安全检查，并定期检查安全记录台账，规范办公区、实验室的用电安全和其他实验物品的管理。

### 3、保密工作

在学校保密办、军工办及学院的指导下，已建立健全了保密工作责任制、定密管理、涉密人员管理、国家秘密载体管理、保密要害部门部位管理、信息系统和信息设备管理、宣传报道和信息公开管理、涉密会议和活动管理、涉外活动管理、泄密事件报告和查处等各项保密制度，涉密人员签订了保密工作责任书，承担保密工作直接责任。中心定期开展保密工作宣传和教育，2018 年针对不同人员开展保密宣讲会 4 次，特别是涉密项目组人员，做到时刻警醒。2018 年学校保密自查工作小组对中心保密制度的更新及执行情况、保密制度培训记录、涉密项目组保密制度执行情况、重点部位保密工作情况、学院网络信息安全情况等开展了细致的检查。本年度中心未发生网络信息违规发布事件及其他泄密事件。

## 九、当前存在的问题及改进措施

### 1、当前存在的问题

随着“高铁走出去”、“一带一路”国家战略的实施，中

心应加强“技术标准的国际化、技术装备的适用性和技术人才的国际化”的工作。

## 2、改进措施

针对技术标准的国际化，结合“高铁走出去”、“一带一路”国家战略，在国家铁路局、中国铁路总公司和四川省科技厅的支持下，以国家自然科学基金—高铁联合基金、铁总重大项目和重点项目为牵引，加强基础理论研究成果向技术标准的转化；针对技术装备的适用性，通过技术创新与颠覆性技术的提出，解决电压制式的适用性、使用环境的适用性和运行速度的适用性问题；针对技术人才的国际化，通过政策激励引进来、依托工程走出去，以及电气工程学院国际化人才培养项目，引进、培养具有国际视野的复合型技术管理、营销、人才。

## 十、典型案例

发展城市公共交通，尤其是发展城市轨道交通，是解决城市拥堵和空气污染的重要解决途径。在城市轨道交通中，有轨电车具有造价低、运量适中、建设周期短等优势，可作为大城市骨干线、近郊联络线及中小城市的公共交通骨干线，是对地铁、轻轨和公交系统的有效补充，是形成生态化、一体化公交体系的重要组成部分。目前有轨电车主要通过接触网——受电弓提供电能驱动，这种传统的供电方式容易受到

天气、接触材料等因素影响，引起供电不稳定及供电装置损坏，导致运营故障及安全问题。无需架设接触网的新型现代有轨电车技术——非接触牵引供电有轨电车，由于具有供电安全、供电装置不易损坏、清洁环保等特点，已成为本行业技术进步的代表之一。中心何正友教授所带领的课题组致力于非接触供电技术及其在轨道交通应用的研究，目前已在大功率高频逆变器控制、耦合机构设计、动态调谐技术、系统稳定性控制及供电效率提升等方面开展了深入研究，形成了一套面向非接触牵引供电系统基础理论体系和应用实践技术。



20kW 非接触牵引供电有轨电车平台

2018 年 10 月，成都国佳电气工程有限公司对课题组所研发的非接触牵引供电有轨电车平台进行了验收。项目各项指标均达到预期要求，传输功率、效率、稳定性、电磁辐射等部分指标优于合同指标，验收圆满成功。该平台可展示非

接触供电技术应用于轨道交通时绝大多数运行工况，包括分段导轨切换技术、转弯时电磁机构偏移问题、移动时互感不确定性变化问题等，能够较好地凸显出未来应用该技术于轨道交通时出现的问题，进而有助于研究人员解决未来实际应用时可能出现的问题，对于保证实际非接触牵引供电有轨电车系统的高性能、稳定运行将具有重要的理论指导和工程实践意义。该系统实现 40m 轨道全长、20kW 传输功率、12cm 气隙距离、直-交-直三级变换效率达到 85%。

“十三五”国家重点研发计划先进轨道交通重点专项项目“轨道交通新型供电制式车辆与车载储能技术”项目由中国中车股份有限公司牵头，中车唐山机车车辆有限公司组织实施，其课题二“非接触供电系统”由中心何正友教授主持。本项目预研制的非接触牵引供电有轨电车样车及示范线，以其特有的高效率、动态非接触牵引供电系统，成为城市轨道交通发展的亮点，促进了本行业的技术进步，具有显著的社会效益和潜在的经济效益，为城市轨道交通供电方式提供了一种新的选择。

2018 年，项目团队辛苦攻坚，完成了基于列车动态运行工况的轨道交通非接触牵引供电系统核心技术，搭建了“电网-高频逆变电源-电磁耦合机构-牵引负荷”联合模型，提出了非接触牵引供电系统鲁棒控制算法，研究了轨道交通非接触牵引供电系统功率、效率提升技术，提出了典型应用场景的非接触牵引供电系统构建系统，初步完成了轨道交通非

接触牵引供电原理样机的研制。目前，已实现开关频率 50kHz，传输功率 200kW，传输距离 5-15cm，静态效率>90%，动态效率>86%的无线能量传输。



(a) 200kW 非接触牵引供电轨道小车



(b) 200kW 非接触牵引供电电源

200kW 非接触牵引供电实验平台

应用于轨道交通的非接触牵引供电系统的机理、装置研究，将为我国非接触牵引供电系统的安全、高效运行奠定科学理论基础，提供非接触牵引供电系统整体设计的关键技术保障，实现对现有传统弓网接触取电模式的革新性进步。培育电气化铁道非接触牵引供电系统设备优秀制造商和供应商，通过产学研用共同创新，支撑和引领行业发展，使我国的电气化铁道非接触牵引供电系统高端制造装备处于国际先进水平，形成非接触牵引供电系统开发设计、重点设备制造研发、创新人才培养和人才聚集，形成多学科交叉融合的系统设计和设备制造学科群。