

一、项目名称

高速铁路弓网系统运营安全保障成套技术与装备

二、提名单位意见

受电弓-接触网(简称“弓网”)系统是高速列车获得持续稳定动力供给的唯一途径，由于列车高速运行时弓网相互作用加剧，导致的接触网动静态几何参数畸变、零部件“松脱断裂”、受电弓滑板裂纹，频繁拉弧引发的接触导线与受电弓滑板灼伤，导致弓网受流性能恶化、弓网烧损、接触网垮塌，严重危及高铁安全运营。因此，对高铁弓网系统进行全方位检测监测、诊断评估，并进行有效检修维护是大规模成网条件下高速铁路安全、高效运营的重要保障。

项目取得的重大创新成果如下：

(1) 揭示了高铁弓网机-电-热相互作用机理及其对服役性能影响规律；(2) 突破了高铁弓网系统服役性能检测监测、诊断评估、检修维护系列关键技术；(3) 研制了高铁弓网系统安全保障成套技术装备；(4) 建立了高铁弓网系统运营安全保障技术体系。

以李乐民院士、蒋先国设计大师等组成的鉴定专家组认为项目的诊断评估技术“整体上达到国际领先水平”。作为保障高铁弓网系统安全运行首创且唯一的成套技术装备，该成果已在我国所有 18 个铁路局集团公司推广应用，直接经济效益已逾 30 亿元。

制定技术规范规则 19 项，知识产权 100 项，出版著作 3 部，发表高水平论文 60 余篇。

高速铁路是国家名片，作为保障高铁弓网系统安全运行的标志性成果，无论在成果水平、创新性、知识产权、推广应用及其所发挥的不可替代作用，在弓网系统检测、诊断与评估等方面代表了我国在该方向的最高水平，已引领世界。

提名该项目为国家科学技术进步奖二等奖。

三、项目简介

电气化铁路受电弓-接触网系统(简称“弓网系统”)是列车获取电能的唯一途径。弓网系统服役性态直接关乎我国 8.6 万公里电气化铁路，尤其是 2.5 万公里高速铁路的运营安全。围绕高速铁路弓网系统在高速滑动、剧烈振动、强烈电弧、恶劣气候等复杂环境下服役性态的检测监测、诊断评估与检修维护等系列重大技术难题，开展系统的理论研究与技术创新，对于保障高铁安全运营与效能提升具有重大意义。项目取得的创新成果如下：

(1) 建立了高铁弓网系统机-电-热相互作用模型，为揭示弓网动态电弧演变及其对弓网受流性能影响提供了理论基础。①构建了弓网系统结构位移与几何参数畸变、接触压力的关联时频分析模型，揭示了结构位移与几何参数畸变的内在规律，提出了接触网平顺性的评估指标；②建立了机械振动与动态电弧（表面热流）耦合模型，揭示了动态电弧对受流性能的影响规律，提出了弓网受流性能的特征参数。

(2) 突破了高铁弓网系统检测监测、诊断评估与检修维护系列关键技术，解决了接触网零部件松脱断裂、弓网服役性态诊断评估的国际难题。①发明了弓网系统复杂环境下接触网零部件松脱断裂、受电弓滑板损伤、接触网几何参数畸变、弓网受流性能参数等检测监测技术；②发明了接触网零部件松脱断裂的智能识别、弓网受流性能的实时评估、弓网服役性态的综合评价等诊断评估方法；③发明了适用于跨线和多工位等不同作业条件的接触网检修维护贯通平台。

(3) 率先研制了我国高铁弓网系统安全保障成套技术装备，支撑了世界规模最大的高铁网的安全运营。①开发了弓网系统全天候、全方位检测监测系列技术装置；②建立了供电段、铁路局和铁路总公司三级架构的数据处理与诊断评估中心；③研制了检测、养护、维修一体化的接触网检修列车等重大技术装备。

(4) 在国际上率先建立了高铁弓网系统运营安全保障技术体系，提升了高铁安全运行与运维管理水平，助力高铁“走出去”。①提出了涵盖检测监测、诊断评估、检修维护的高铁弓网系统运营安全保障技术架构；②制定了高铁弓网系统运营安全保障技术规范、运行检修与安全工作规则等 19 项，并全部由铁路总公司颁布实施。

授权发明专利 23 项、实用新型专利 25 项、软件著作权 52 项；出版著作 3 部，发表 SCI、EI 收录论文 62 篇。

项目填补了零部件松脱断裂、弓网电弧、弓网服役性态等检测监测与诊断评估的国际空白，缺陷误判率、定位误差、振动补偿误差、弓网燃弧最小功率密度分辨率等指标优于国外。鉴定意见为“整体上达到国际领先水平”。

已应用于全国所有的 18 个铁路局集团公司，为保障我国高铁安全运营发挥了不可替代的作用；实现了高铁弓网系统服役性态的准确检测与可靠诊断，极大提升了高铁安全运行与运维管理水平。近三年累计销售额 32.58 亿元，新增利润 6.24 亿元，社会经济效益显著。获得 2016 年中国铁道学会特等奖。

四、客观评价

1. 项目相关鉴定评价意见

(1) 2016 年 04 月 29 日，四川省科学技术厅组织专家对“高速铁路弓网系统安全运行诊断成套技术与装备”科技成果进行鉴定。以李乐民院士等组成的鉴定委员会认为：“研制了具有完全自主知识产权的 6 类高铁弓网系统安全运行综合检测监测装备及综合数据融合诊断平台，实现了我国高速铁路受电弓-接触网系统安全运行

诊断成套技术与装备的自主创新，整体上达到“国际领先水平”，已在全路得到推广应用，社会效益巨大，经济效益显著。”

(2) 2015 年 6 月 13 日，四川省科学技术厅组织专家对“6C 系统综合数据处理中心”科技成果进行鉴定。以蒋先国设计大师等组成鉴定委员会认为：“数据处理中心设计先进、功能完善，成果创新性显著，总体技术处于国际先进水平。”

(3) 2015 年 1 月 15 日，中国铁路总公司组织专家对“高速铁路供电设备综合检测监测系统技术研究”进行课题验收。验收组认为：“提出了受电弓-接触网系统零部件缺陷的自动识别算法，形成了 6C 系统系列标准并颁布实施，……综合评级为 A 级。”

2. 技术检测报告

接触网安全巡检装置(1C)、接触网安全巡检装置(2C)、接触网悬挂状态检测监测装置(4C)和接触网及供电设备地面监测装置(6C)通过了铁道部产品质量监督检验中心的检验。车载接触网运行状态检测装置(3C)通过了四川省电子产品监督检验所测试中国计量科学研究所的检验。受电弓滑板检测监测装置(5C)通过了中国赛宝(四川)实验室、四川省电子产品监督检验所的检测。6C 系统综合数据处理中心通过了中国赛宝(四川)实验室、四川省软件和信息系统工程测评中心的软件测试评价。JJC、DPT 型接触网检修作业车通过铁道部产品质量监督检验中心的综合性能试验、动力学型式试验、车体静强度试验、雷电冲击试验、运用考核和解体检查等检验。

3. 用户评价

该成果已经应用于全国所有的 18 个铁路局集团公司，受到了用户的高度肯定。如：沈阳铁路局集团公司认为“长时间的运行证明，该 6C 系统技术先进、自动化程度高、运行稳定可靠。...不仅检测范围充分，且能够清晰分辨定位装置脱、断缺陷。自投入使用以来及时准确检测了多处定位装置脱落和断裂缺陷故障，...避免了因接触网故障引起的供电中断带来的巨大经济损失...”。

4. 媒体报道

中央电视台 2017 年 1 月 18 日进行了专门报道了题为“6C 系统：守护高速铁路接触网”，在报道中称“接触网智能设备的监测体系被称为 6C 系统，被称为‘聪明的铁路接触网医生’；有了这套系统，这个指挥调度中心就像有一双会飞的眼睛，不管白天黑夜，都能全方位清晰看到远在上百公里之外的接触网的运行状态”。

5. 主要科技奖励

“高速铁路受电弓-接触网系统安全运行综合检测监测成套技术与装备”2016 年获中国铁道学会科学技术特等奖。

五、推广应用情况

西南交通大学等单位研制的“高速铁路弓网系统安全保障成套技术与装备”建立了“6 类检测装置、3 级检测数据融合与诊断评估综合数据处理中心、1 大类弓网系统检修维护车”的一体化“检测监测、诊断评估、检修维护”体系，在全国 18 个铁路局集团公司推广应用。

主要应用单位情况表

应用单位名称	应用技术	应用起止时间	应用单位联系人/电话	应用情况
宝鸡中车时代工程机械有限公司	研制了 4C 高铁接触网检测车、JJC 接触网检修车列和 DPT 接触网检修作业车	2014 年至今	张向阳 15209179779	良好
襄樊金鹰轨道车辆有限责任公司	研制了高铁接触网作业车	2014 年至今	蔡克亮 13339808003	良好
成都唐源电气有限公司	研制了 1C,2C,4C,5C, 6C 装置及数据中心	2010 年至今	周艳 13881862186	良好
成都国铁电气设备有限公司	研制了 2C,3C, 6C 装置	2012 年至今	范国海 15882222115	良好
江苏新绿能科技有限公司	研制了 4C 装置	2014 年至今	曾晓红 13908058534	良好
成都交大光芒科技股份有限公司	开发了数据中心	2014 年至今	刘军 13808194849	良好
成都弓网科技有限责任公司	研制了 4C 装置	2014 年至今	卢煜 13558865995	良好
北京铁科英迈技术有限公司	研制了 1C 装置	2012 年至今	张文轩 13910971768	良好
北京铁路局集团公司	应用了弓网系统安全保障成套技术与装备	2012 年至今	陈国成 18612699629	良好
上海铁路局集团公司	应用了弓网系统安全保障成套技术与装备	2012 年至今	顾涛 13816383186	良好
广州铁路(集团)公司	应用了弓网系统安全保障成套技术与装备	2010 年至今	游诚曦 18666095688	良好
沈阳铁路局集团公司	应用了弓网系统安全保障成套技术与装备	2012 年至今	杨玉书 13897910993	良好
兰州铁路局集团公司	应用了弓网系统安全保障成套技术与装备	2013 年至今	杜中成 18693101316	良好
成都铁路局集团公司	应用了弓网系统安全保障成套技术与装备	2012 年至今	翁建华 13808031506	良好
武汉铁路局集团公司	应用了弓网系统安全保障成套技术与装备	2011 年至今	祁柳生 13037134749	良好

六、主要知识产权证明目录

知 识 产 权 类 别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授 权 日期	证 书 编号	权利人	发明人	发 明 专 利 有 效 状态
发明专利	一种高铁接触网旋转双耳部件销钉不良状态检测方法	中国	ZL201410649784.0	2017.05.17	2487901	西南交通大学	高仕斌,刘志刚,钟俊平,张桂南,刘文强	有效
发明专利	一种非接触式接触线几何参数检测方法	中国	ZL201310071588.5	2016.01.06	1911498	西南交通大学	刘志刚、张桂南、王韬、韩志伟、韩烨	有效
发明专利	一种非接触式弓网燃弧能量检测方法	中国	ZL201410461979.2	2017-04-26	2463842	西南交通大学	于龙、赵文军、蒲文旭、卢兵	有效
发明专利	基于 HOG 特征与二维 Gabor 小波的高铁接触网支撑装置耳片断裂检测方法	中国	ZL201410502240.1	2017.08.08	2576831	西南交通大学	高仕斌,刘志刚,韩烨,钟俊平,刘文强,张桂南	有效
发明专利	高铁接触网悬挂装置耳片断裂检测方法	中国	ZL201210496241.0	2015.10.14	1814577	西南交通大学	刘志刚、韩烨、张桂南、韩志伟	有效
发明专利	一种高铁接触网接几何参数检测的非接触式补偿及卡尔曼滤波修正方法	中国	ZL201310482227.X	2015.10.14	1813327	西南交通大学	刘志刚、刘文强、耿肖、张桂南	有效
发明专利	电气化铁路接触网检修列	中国	ZL201410127476.1	2016.08.31	3737180	宝鸡南车时代工程机械有限公司	宋耀红,赵力,刘旭东,苗武王新虎,金明惠莉花,李永哲	有效
发明专利	基于跟踪算法的连续支柱号牌图像识别方法	中国	ZL201510019793.6	2017.10.13	2654666	成都交大光芒科技股份有限公司	姚蓝,陈奇志,王倩,刘军	有效
发明专利	一种在接触网图像中智能识别线夹螺母脱落的方法及系统	中国	ZL201510643925.2	2017.11.21	2706149	成都唐源电气股份有限公司	李刚,宋平,张楠,杨韬	有效
发明专利	一种用于电气化轨道交通接触网支柱的全视角成像装置	中国	ZL201210360049.9	2015.10.28	1827603	成都国铁电气设备有限公司	范国海、张悦廷、王海涛、杨文诚、张元桦	有效

七、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目技术创造性贡献:
高仕斌	1	主任	教授	西南交通大学	西南交通大学	本人对创新点 1、2、3、4 做出了创新性贡献: 总体研究方案的制定者, 主持了高速铁路弓网系统运营安全保障成套技术与装备的研究; 揭示了弓网动态电弧演变对弓网受流性能的影响规律; 主持建立了三级检测数据融合与分析诊断综合处理中心; 主持制定了 6 种技术条件, 参与制定了 1 种技术条件; 授权发明专利 2 项, 发表高水平论文 6 篇, 出版专著 1 部。
王保国	2	主任	教授级高工	中国铁路总公司	中国铁路总公司	本人对创新点 3、4 做出了重要贡献: 提出了高铁受电弓-接触网系统检测监测、诊断评估与检修维护的系统架构设计原则; 主持制订了高速弓网综合检测系统等 2 项技术条件, 参与制订了其它 6 项技术条件; 负责制定了《高速铁路接触网安全工作规则》和《高速铁路接触网运行维修规则》; 推进了高速铁路弓网系统运营安全保障成套技术与装备的研发与推广。
刘志刚	3		教授	西南交通大学	西南交通大学	本人对创新点 1、2 做出了重要贡献: 主持研究了高铁弓网机电耦合作用机理及其对服役性能的影响规律; 发现了接触网结构位移和几何参数畸变对弓网动态特性的影响规律; 接触网零部件松脱断系列诊断方法; 基于摄像机标定的非接触式接触网几何参数检测方法; 提出了基于时频分析和现代谱估计的弓网服役状态检测与评估方法等。授权发明专利 13 项, 发表高水平论文 36 篇, 出版专著 1 部。
侯文玉	4	董事长	高级工程师	中国铁路上海局集团有限公司	中国铁路上海局集团有限公司	本人对创新点 3、4 做出了主要贡献: 参与提出了高速铁路弓网系统运营安全保障技术架构; 主持起草了《普速铁路接触网运行维修规则》和《普速铁路接触网安全工作规则》; 统筹弓网系统安全保障成套技术的推广应用与装备试运行。
韩通新	5		研究员	中国铁道科学研究院	中国铁道科学研究院	本人对创新点 2、3、4 做出了重要贡献: 主持了高速弓网性能综合检测装置、接触网张力在线监测装置的研发; 共同提出了高铁弓网系统安全运行诊断成套技术体系, 参与制订了 TJ/GD004-2014 等 8 项技术条件; 参与起草了《高速铁路接触网运行维修规则》等 2 项
吴积钦	6	系主任	教授	西南交通	西南交通	本人对创新点 2、4 做出了重要贡献: 提出了基于杆式压力传感器的弓网接

				大学	大学	触力测量方法，设计了弓网系统电接触模拟装置，设计了接触网光学成像设备的标定装置及标定方法；完成了《受电弓与接触网系统》专著；主持了京津等线路的高速接触网振动测试工作；参与制订了 TJ/GD004-2014 等 6 项技术条件。
陈奇志	7		副教授	西南交通大学	西南交通大学	本人对创新点 2、3 做出了重要贡献：提出了连续支柱号牌图像识别方法；负责综合数据处理中心软件开发与建设工作，提出了基于分布式异构数据库的数据存储管理机制；建立了基于大数据可视化技术的多管线综合分析数据模型，实现了供电段/铁路局/总公司 3 级检测数据交互融合。
于龙	8	院长助理	副教授	西南交通大学	西南交通大学	本人对创新点 2、3 做出了重要贡献：负责弓网系统受流性能、接触网动静态几何参数检测的振动补偿、定位技术的算法研究；提出了一套完备的基于替代法的弓网燃弧检测装置最小功率密度标定法；提出了接触网几何参数测量数据动态补偿方法；参与开发了弓网系统检测监测系列技术装备。授权发明专利 1 项，发表高水平论文 12 篇。
刘再民	9	处长	高级工程师	中国铁路总公司	中国铁路总公司	本人对创新点 3、4 做出了重要贡献：提出确立高铁接触网三级修程；主持高铁接触网动态检测质量评价标准研究；系统给出接触网设备运行状态标准定义，确立了我国高铁接触网完整的养护维修技术标准体系；负责高铁弓网系统运营安全保障成套技术与装备在广铁集团的现场测试和验证工作；参与起草了《高速铁路接触网安全工作规则》和《高速铁路接触网运行维修规则》等安规和维修规则。
张向阳	10	总经理	高级工程师	宝鸡中车时代工程机械有限公司	宝鸡中车时代工程机械有限公司	本人对创新点 3 做出了重要贡献：负责 4C 高铁接触网检测车、JJC 接触网检修车列和 DPT 接触网检修作业车研制工作；提出了适用于不同作业工况的检修维护贯通平台，实现了多机多工种协同作业；研制了检测、养护、维修一体化的弓网系统检修列车等重大技术装备；协助中国铁路总公司完成弓网系统运营安全保障成套技术与装备的推广应用。

八、主要完成单位及创新推广贡献

单位	创新推广贡献
西南交通大学	作为课题组长单位，依托学校的国内领先的现代轨道交通试验基地与学科优势，瞄准我国高铁弓网系统运营安全的重大技术问难题，围绕“高速铁路弓网系统运营安全保障成套技术与装备”深入研究，在弓网系统运营安全保障成套技术方面获得重大突破，实现了我国高铁运营安全保障成套技术与装备的自主创新与国产化。主要贡献有： (1)建立高铁弓网系统运营安全保障技术体系，主持或参与制定 8 种技术条件，并由中国铁路总公司颁布实施。 (2)提出高铁弓网系统运营安全保障的理论方法和技术方案。如：基于双目线阵主动视觉测量的接触网几何参数检测方法和主动视觉标定方法；针对接触网悬挂装置零部件种类繁多、各类零部件尺度不一，各类零部件均存在多种不良状态且不良状态表征量微弱难以捕捉的问题，提出接触网悬挂装置多目标识别、定位算法等系列方法，实现对接触网悬挂装置绝缘子异物、破损，耳片断裂，销钉松脱及平衡线缺失等 16 类、34 种零部件不良状态的诊断；提出弓网受流性能在线检测方法，引入红外探测技术和紫外光电技术精确测量弓网温度分布情况和弓网燃弧持续时间，提出基于谱互相关系数的弓网匹配性能评估技术以评价弓网受流质量等。 (3)主持和参与研制我国高铁运营安全保障成套技术与装备，培养了一大批高素质创新型专业技术人才，形成了一支具有较强协同创新能力的研发与应用团队，为该项目的自主创新成果起到了核心作用，为成果产业化做出了突出贡献。
中国铁道科学研究院	作为主要参加单位，主要负责高速铁路弓网系统运行安全保障技术与装备的协调推广。主要贡献有： (1)参与制定了 TJ/GD007-2014-高速弓网综合检测系统等 8 项技术条件，供运供电函[2014]170 号等 6 项运用管理指导意见，TG/GD124-2015-高速铁路接触网运行维修规则等 2 项维修规则，TG/GD108-2014-高速铁路接触网安全工作规则等 2 项安规。 (2)负责完成了高速弓网性能综合检测装置和张力检测装置的部分研制工作，开展弓网接触力、硬点、几何参数、张力检测等关键技术研究和技术装备的应用推广。 (3)负责高速弓网系统综合检测装置的推广应用工作，已在郑州、北京、兰州、上海、济南、哈尔滨等铁路局集团公司获得广泛应用，效果良好，为高速弓网性能综合检测任务做出了主要贡献。
成都交大光芒科技股份有限公司	作为主要参加单位，主要负责完成了综合数据处理中心的开发与建设工作。主要贡献有： (1)负责完成了综合数据处理中心的开发与建设工作。 (2)提出了基于分布式异构数据库的数据存储管理机制，实现数据的统一、透明访问及供电段/铁路局/总公司 3 级检测数据交互融合，海量、多源 6C 数据的高效存储及快速访问；建立了基于大数据可视化技术的多管线综合分析数据模型；提出了基于 6C 系统数据规范及元数据映射技术的数据采集适配器设计方法，实现了 6C 装置的即插即用，极大提高了供电设

	备监测检测技术人员的工作效率；开发了总公司、路局级和供电段级 6C 综合数据中心的硬件/软件系统。 (3)负责完成了接触网悬挂状态监测检测装置(4C)的系统软件开发，尤其是接触网零部件“松脱断裂”的诊断软件，主要包括销钉缺失、横腕臂螺帽松动、旋转双耳耳片裂纹、承力索支撑底座裂纹、平衡线缺失、斜拉线定位钩装反、绝缘瓷瓶破损及闪络等。
成都唐源电气股份有限公司	作为主要参加单位，主要负责 2C、5C 和 6C 装置的研制工作。主要贡献有： (1)研制接触网安全巡检装置(2C)：采用星光级相机成像技术，解决了隧道内难以高清动态成像的问题，实现相机与图像处理服务器的统一封装，实现了狭小动车驾驶室内的安装； (2)研制受电弓滑板监测装置(5C)：围绕 5C 装置成像检测的目标、受电弓目标识别的方式、图像存储设备及数据发送及呈现方式开展了研究，所研装置能全天候记录所有通过列车的受电弓整体形态和滑板表面图像，通过网络实时传输到监测单位，实现运营列车受电弓滑板异常状态的快速捕捉。 (3)研制绝缘子污秽在线监测装置(6C)：采用微弱信号检测处理技术，检测绝缘子表面漏电流和环境气象数据，实现了对线路接触网绝缘子工况连续实时监测，从而能有效判断绝缘子污秽程度，防止发生污秽闪络事故。 (4)推广应用方面，2C、5C、6C 装置在西安铁路局、兰州铁路局、沈阳铁路局、乌鲁木齐铁路局、上海铁路局、郑州铁路局、北京铁路局、青藏铁路公司集团公司等单位得到广泛应用。
成都国铁电气设备有限公司	作为主要参加单位，主要负责 3C 装置的研制工作。主要贡献有： (1)研制车载式接触网运行状态检测装置(3C)：通过在运营的动车组上加装 3C 装备，实现全天候、全覆盖的高铁接触网动态检测，主要包括：动态拉出值、接触线高度、线岔和锚段关节处接触线互相位置、弓网燃弧等的检测。 (2)发明了一种用于电气化轨道交通接触网支柱的全视角成像装置，通过在车顶安装两组高分辨相机从正反两个侧面采集接触网图像，仅需通过全局相机图像导航便能浏览高分辨率的局部图像。 (3)完成了 3C 装置在北京铁路局、太原铁路局、武汉铁路局、成都铁路局、南昌铁路局、呼和浩特铁路局集团公司等单位的应用推广。
江苏新绿能科技有限公司	作为主要参加单位，主要负责 4C 装置的研制工作。主要贡献有： (1)研制接触网悬挂状态监测检测装置(4C)：设计了 4C 装置的总体结构，在接触网作业车或专用车辆上进行系统集成，对接触网零部件的“松脱断裂”进行高精度成像检测与自动识别，同时对接触网静态几何参数进行检测，形成接触网维修建议，指导接触网故障隐患消缺。 (2)从 2011 年开始，4C 装置逐步推广，目前全国各个铁路局集团公司都已相继运用 4C 装置进行定期的接触网巡检工作。
宝鸡中	作为主要参加单位，主要负责4C高铁接触网检测车、JJC接触网检修车列和DPT接触网检修作业车的研制工作。主要贡献

车时代 工程机 械有限 公司	有：开发并推广应用了4C高铁接触网检测车、JJC接触网检修车列和DPT接触网检修作业车，向全国18个局集团公司提供了接触网检修与维修自动化装备，为高速铁路接触网运行维修规则、故障抢修规则的有效实施提供了现代化的技术装备。
-------------------------	--

九、完成人合作关系说明

序号	合作方式	合作者	合作时间	合作成果	证明材料
1	共同参与制定标准规范	第一、二、五、六完成人	2014	制订了 TJ/GD007-2014-高速弓网综合检测系统（1C）技术条件-技术标准	技术条件-技术标准
2	共同参与制定标准规范	第一、二、五、六完成人	2014	制订了 TJ/GD004-2014-接触网安全巡检装置（2C）技术条件-技术标准	技术条件-技术标准
3	共同参与制定标准规范	第一、二、五、六完成人	2014	制订了 TJ/GD005-2014-车载接触网运行状态检测装置（3C）技术条-技术标准	技术条件-技术标准
4	共同参与制定标准规范	第一、二、五、六完成人	2014	制订了 TJ/GD006-2014-接触网悬挂状态检测监测装置（4C）技术条件-技术标准	技术条件-技术标准
5	共同参与制定标准规范	第一、二、五、六完成人	2014	制订了 TJ/GD008-2014-受电弓滑板监测装置（5C）技术条件-技术标准	技术条件-技术标准
6	共同参与制定标准规范	第一、二、五、六完成人	2014	制订了 TJ/GD009-2014-接触网及供电设备地面监测装置（6C）技术条件-技术标准	技术条件-技术标准
7	共同参与制定标准规范	第一、二、五、七完成人	2014	制订了 TJ/GD010-2014-高速铁路供电设备综合检测监测系统数据中心技术条件-技术标准	技术条件-技术标准
8	共同参与制定标准规范	第二、五、七完成人	2012	制订了铁运[2012]136号-高速铁路供电安全检测监测系统技术条件	技术条件
9	共同参与制定标准规范	第二、九完成人	2014	制定了 TG/GD108-2014-高速铁路接触网安全工作规则	安全工作规则
10	共同参与制定标准规范	第四、五、九完成人	2017	制定了 TG/GD115-2017-普速铁路接触网安全工作规则	安全工作规则
11	共同参与制定标准规范	第二、五、六、九完成人	2015	制订了 TG/GD124-2015-高速铁路接触网运行维修规则	运行维修规则

1	共同立项	第一、八完成人	2011-2014	承担了国家高技术研究发展计划(863 计划)子课题“接触网状态在线检测设备及关键技术”	基金证明
2	共同立项	第一、三、六完成人	2012-2014	承担了铁路总公司科技研究开发计划重大项目“高速铁路接触网系统优化研究”	基金证明
3	共同立项	第一、三、六完成人	2012-2015	承担了国家自然科学基金高铁联合基金重点项目“高速铁路电力牵引系统的安全性预测与控制”	基金证明
4	共同立项	第三、六完成人	2011-2013	承担了国家自然科学基金“电气化高速铁路接触网线谱研究”	基金证明
5	共同立项	第一、三、五、六、七、八完成人	2011-2013	承担了铁道部科技研究开发计划重大项目“高速铁路供电设备综合检测监测系统技术研究”	基金证明
6	共同立项	第一、十完成人	2014-2018	承担了接触网检测、监测、检修、维护等领域技术合作与产品研发等	立项证明