

2022 年度提名河北省科学技术进步奖项目公示

1、项目名称：智能电网用户端用分体式智能断路器

2、完成单位

河北宝凯电气股份有限公司、华北电力大学

3、主要完成人情况

主要完成人包括：张信明、张珂、朱华争、冯超、刘勤英。

(1) 张信明；排名 1；高级工程师；完成单位：河北宝凯电气股份有限公司；工作单位：河北宝凯电气股份有限公司；对本项目主要科技创新的贡献：作为项目负责人，对项目的各个研发环节全面负责，提出了全部 5 项技术创新点，组织公司技术人员创新研发并与华北电力大学合作研发，通过技术讨论协调，逐步攻克技术难点，最终圆满完成科技部科技型中小企业技术创新基金管理中心项目，立项代码：13C26211300500。并于 2015 年底由河北省科技厅委托保定市科技局完成了验收。在本项目研发前后，发表与本项目相关的论文 7 篇（第一作者）；授权专利 5 项（发明 5 项，参编国家能源局标准 2 项，参与了 2 项软件著作的编著；提出了系统中实现区域联锁方案，在具备上下级关联的配电系统中，解决了供电连续性和可靠性问题；主持了项目产品全部试验工作。曾获科技奖励情况：2016 年国家创新基金支持项目“智能电网用户端用分体式智能断路器”获保定市科技进步一等奖（第一完成人）。

(2) 张珂；排名 3；副教授；完成单位：华北电力大学，工作单位：华北电力大学；对本项目主要科技创新的贡献：智能电网用户端用分体式智能断路器上位机系统研发，即通过现场上位机对全系统电力参数进行实时监控和管理，实现全系统内故障短信报警和负载监控，全面提高配电系统的供电可靠性。采用 Modbus-RTU 现场总线标准规约实时在线上位机后台系统，用于实时监测下级智能 MCCB 和智能仪表运行状态以及各项电网运行参数，实现“四遥”功能。本系统还可进一步与更高级管理中心通过 Modbus-RTU 现场总线与工业以太网连接，网络传输协议采用 TCP/IP 协议，以太网的应用符合现代化信息技术的发展趋势，灵活的拓扑形式和开放的网络协议以便于系统扩展。也可以进一步研究拓展通过工业互联网及云平台实现系统的远程运维。曾获科技奖励情况：2015 年入选河北省“三三三人才”计划第三层次；

2016 年国家创新基金支持项目“智能电网用户端用分体式智能断路器”获保定市科技进步一等奖（第三完成人）。

(3) 朱华争；排名 4；工程师；完成单位：河北宝凯电气股份有限公司；工作单位：河北宝凯电气股份有限公司；对本项目主要科技创新的贡献：智能控制器总体软硬件研发：采用高性能单片机、高精度数模转换器、高性能运放、高精度电源基准、隔离光耦、继电器及一些外围电路等组成了嵌入式系统。本产品的软硬件设计突破了传统的设计思路，将其模块化、智能化、自动化设计融为一体，在传统断路器的基础上，应用了微电子、微机监控、智能控制、网络通信等软硬件新技术，设计出了分体式智能控制器，本智能控制器由控制单元、显示单元、检测单元、执行单元等几部分组成，完成了多种电参量计量、显示功能、保护功能多样化、故障信息存储功能、故障自诊断功能、热记忆功能、负载监控功能、通信功能等，为项目做出了突出贡献。曾获科技奖励情况：2016 年国家创新基金支持项目“智能电网用户端用分体式智能断路器”获保定市科技进步一等奖（第四完成人）。

(4) 冯超；排名 8；工程师；完成单位：河北宝凯电气股份有限公司；工作单位：河北宝凯电气股份有限公司；对本项目主要科技创新的贡献：在本项目中负责技术、工艺文件的标准化工作；负责整体系列产品研发中的采标工作，对整体系列产品的标准化、系列化及零部件设计过程的互换性设计提出多项合理化建议，为最终形成全面符合国家标准

GB/T14048.2“低压断路器”的系列化产品作出了显著贡献。曾获科技奖励情况：2016年国家创新基金支持项目“智能电网用户端用分体式智能断路器”获保定市科技进步一等奖(第八完成人)。

(5)刘勤英；排名6；高级工程师；完成单位：河北宝凯电气股份有限公司；工作单位：河北宝凯电气股份有限公司；对本项目主要科技创新的贡献：智能控制器工艺设计、验证：在设计图样的基础上，完成了电子线路板的工艺设计机加工过程，提出了经济实用设备及工艺装备计划并购置，保质保量的完成了智能控制器的工艺加工过程，为整体研发进程作出了贡献。曾获科技奖励情况：2016年国家创新基金支持项目“智能电网用户端用分体式智能断路器”获保定市科技进步一等奖(第六完成人)。

4、项目简介

主要技术内容：塑壳式断路器(MCCB)是低压电器中主要的配电电器，本项目“智能电网用户端用分体式智能断路器”是为适应国家智能电网发展的需要，应用于智能电网用户端低压配电系统中的智能化配电设备。本项目是为了解决一体式智能MCCB诸多问题和弊端(见项目工作报告)。其技术方案是：它包括壳体、信号采集元件、保护动作执行元件和智能控制器。信号采集元件和保护动作执行元件组成断路器本体，断路器本体结构进行改进并与智能控制器相分离。本项目获得国家专利5项(发明5项)，在国家核心期刊等发表相关论文5篇，取得了2项软件著作权。

该项目通过与华北电力大学产学研合作研发的本项目上位机系统，不需要其它辅助监测装置就可以满足智能电网用户端的监测要求和电能测试等几乎所有常用的电参数信息采集、显示和上传，可大大降低了智能配电系统的制造成本，提高了系统集成自动化技术水平。

主要技术指标及功能：定极限短路分断能力 $I_{cu}(kA)$ ：80；额定运行短路分断能力 $I_{cs}(kA)$ ：50；额定短时耐受电流 $I_{cw}(kA)/1s$ ：2~10。主要功能：能效管理、显示功能，精度0.5%；无线短信通知功能；电动机保护功能；彩色触摸屏操作整定功能；组成上下级关联的系统中可实现区域选择性联锁和负载监控功能；现场总线MODBUS-RTU通信功能。

经济指标、应用推广及效益：本项目相当于国内第四代产品，具有国内领先水平，其产品可通过各电力、建筑、冶金等专业设计院向大型配电项目，如：石化、铁路、冶金、电力、能源、军工等工程进行推广(目前石化、铁路、军工领域已见成效)，提高其整体低压配电系统智能化、网络化、自动化水平。由于整个系统的产品是由设计院设计选用的，且国内又是具有自主知识产权的高技术产品，其利润水平在20%~40%左右，经济效益可观。由于产品填补国内空白，其社会效益也很明显。

5、主要完成单位及创新推广贡献、应用情况及效益情况

5.1 主要完成单位及创新推广贡献

(1)河北宝凯电气股份有限公司项目牵头单位，全面负责项目技术方案的制订与实施。进行了本体结构设计、试制、改进、定型；智能控制器软、硬件设计、试制、试验、试运行、定型；上位机系统软件设计、试验、实际运行、修改、定型；分体式智能断路器整体参数出厂试验、电磁兼容试验及型式试验；设备采购、安装、调试、试运行；产品批量生产工艺设计、工艺装备设计、制造，生产线调试、运行；产品包装及外形装潢设计；产品样本、使用说明书编制、设计、制作；产品宣传、推广；申报实用新型和发明专利；研发完成并投入市场。对创新点1、2、3、4、5做出重要贡献。

(2)华北电力大学，主要进行了网络信号传输接口和采用Modbus-RTU现场总线标准规约的上位机软件设计：

本项目合作开发的智能电网用户端用分体式智能断路器上位机系统软件，采用Modbus-RTU现场总线标准规约，用于实时监测各级智能塑壳断路器(MCCB)和仪表等智能设备的运行状态及各项电力运行参数，实现“四遥”(遥控、遥测、遥调和遥信)功能；

本系统采用 Microsoft SQL Server 2000 专业数据库来存储装置的数据、告警及故障等信息，装置参数也保存在该数据库中。装置数据为定时或即时存储存储方式。

1) 数据库，主要负责存储实时数据以及历史数据；

2) 服务器管理，主要负责数据的实时采集和处理，所有与数据库相关的功能均由该部分完成；

3) 通信规约解析，主要负责建立上位机后台与下位机的通信连接；

4) 页面显示，主要面向用户服务，是智能断路器实时监测和分析的显示层，可以实现显示与分析、报表生成

5.2 主要应用情况

在轨道交通行业应用：保定火车站改建工程，新建的北京至沈阳客运专线星火枢纽站、新建崇礼铁路太子城站站房、新建和顺至邢台铁路站工程、京张铁路部分站点等项目使用了该系列产品，与太原铁路局、昆明铁路局、北京铁路局、呼和浩特铁路局等为国家轨道交通行业做出突出贡献。

以保定火车站改建工程为例：将 BKM3Z (F) 系列智能塑壳断路器一拖一用于国内应用量大面广的统一设计型号如 GCK, GCS 等低压抽出式成套开关设备产品中，使其 MCC 柜每个抽屉单元中的塑壳断路器由 CBI (断路器本体) 和智能控制器组成，智能控制器安装于抽屉单元表面的固定部分，CBI 安装于抽屉内原断路器的位置，由于 CBI 与原断路器外型尺寸和操作方式相同，可仍然用抽屉单元上的手动旋转操作机构进行“合”“分”操作，且当任何抽屉单元被抽出柜体时不影响其它单元的运行。由于智能控制器相对于整体式智能断路器来说不受体积的限制，除具备过载长延时、短路短延时、短路瞬时、接地保护功能外，还增加如区域连锁和负载监控功能多种功能增加系统供电可靠性的重要功能。铁路部门使用金额约 2100 余万元。

近几年，BKM3Z (F) 系列产品应用于国防军工（火箭军）项目应用于洛阳阵地、阿拉善阵地等，为国家国防建设贡献自己的绵薄之力，宝凯产品的专业技术得到了部队领导高度评价，体现了国产断路器的高技术水平。国防军工（火箭军）使用金额约 1050 万元，

石油化工行业主要使用项目为华北油田，在油田矿区智能配电网设备建设改造中，油田设计部门对选用智能塑壳断路器有一定要求：1. 要求现场实时显示系统运行状态（包括电流、电压、功率、功率因数及电能等）；2. 要求现场设备整定、维护方便；3. 要求现场设备运行数据上传到控制中心并实现遥控、遥信和遥调等功能，BKM3Z (F) 系列智能塑壳断路器很好的实现了这些要求并成功的实现了上位机远程通信和监控。石油化工行业使用金额约 960 余万元。

2017 年至今，公司 BKM3Z (F) 系列产品主要应用于轨道交通、国防军工、石油、工业行业，销量达到 27600 余台，总销售金额 7000 余万元，实现利税约 2660 万元。

5.3 经济效益和社会效益

智能电网等建设给我国低压电器行业发展带来了新机遇，中高端低压电器市场份额将进一步扩大，并对低压电器智能系统集成和整体解决方案提出了更高的要求，它给低压电器行业快速发展提供了千载难逢的发展机遇。BKM3ZF 型 MCCB 具有完善的保护功能和能源管理系统功能，并开发了用户端智能配电整体解决方案，通过现场设备或上位机与后台上位机系统通信，实现“四遥”（遥控、遥测、遥调和遥信）功能，达到用户端智能配电系统高度自动化和无人值守，应用前景极为广阔。目前正在通过进一步研究拓展为工业互联网（电力物联网）及云平台服务实现电力配电系统的远程运维。

本项目 MCCB 相当于国内第四代产品，具有国际先进和国内领先水平，其产品可通过各电力、建筑、冶金等专业设计院向大型配电项目，如：石化、铁路、冶金、电力、能源、军工工程进行推广（目前石化、铁路、军工领域已见成效），提高其整体低压配电系统智能

化、网络化、自动化水平。由于整个系统的产品是由设计院设计选用的，且国内又是具有自主知识产权的高技术产品，其利润水平在 20%~40%左右，经济效益可观。由于产品有多项填补国内空白技术，能够实现配电室无人值守，出现故障自动短信报警以及能有效防止配电设备越级跳闸而出现大面积停电，因而能有效缩短因故障停电的维护时间，其社会效益也很明显。从拓展方面看，产品进一步适应工业互联网及云平台服务的远程运维系统是国家新基建的主要内容和方向，目前本项目在原有基础上正在进行深度研发，以本系列产品为支撑的运行设备的健康管理、寿命周期预判等大数据内容目标的远程运维系统服务需求巨大，前景无限，其经济和社会效益将更加突出。

社会效益方面，发表 7 篇论文：在“电气时代”杂志 2007 年第 2 期发表论文：“基于分体式智能断路器的低压智能、可通信配电系统研发设想”；在“电世界”杂志 2008 年第 9 期发表论文：“采用分体式智能断路器的低压智能、可通信配电系统”；在国家核心期刊“低压电器”（现在名称为：电器与能效管理技术）杂志 2010 年第 14 期发表论文：“分体式智能塑壳断路器在压低套成开关设备中的应用”；在“低压电器”杂志 2011 年第 4 期发表论文：“BKM3ZF 系列分体式智能塑壳断路器”；在“低压电器”杂志 2014 年第 5 期发表论文：“可实现选择性保护、智能化、可通信的小型断路器配电系统”；在现代建筑电气”杂志 2015 年第 3 期发表论文：“BKM3ZF 系列分体式多功能智能塑壳断路器”；在“电世界”杂志 2015 年第 3 期发表论文：“带智能分体模块的塑壳断路器在油田矿区中的应用”等。

取得了 5 项专利：“分体式智能断路器（200520024807.5）”；“一种多用途智能断路器（201320447527.X）”；“便于调节的智能小型断路器，ZL201010279842.7（发明）”；“一种可快速分断的小型断路器，ZL201510120242.9（发明）”；“一种可快速分断的小型断路器，US10,347,455 B2（PCT 美国发明）”。

取得了 2 项软件著作权：“基于分体式智能断路器的能源管理系统软件（软著登字第 0619097）”，“低压智能断路器上位机系统软件（软著登字 0619118）”。

参编了 2 项国家能源局标准：“智能电网用户端系统通用技术要求，NB/T42058-2015”和“具有远程控制功能的小型断路器（RC-MCB），NB/T42149-2018”。

6、专家评价意见

何瑞华教授专家意见：

关键技术、创新点及整体技术水平：

本项目“智能电网用户端用分体式智能断路器”（BKM3ZF 系列塑壳式断路器）的关键技术为：将智能控制器部分独立设计、安装于断路器本体之外，使智能断路器由智能控制器和断路器本体两部分组成。由于智能控制器相对于不受体积方面的限制，其功能大大增强，且电磁兼容环境得到改善，可靠性大为提高。

技术创新点包括：

1. 塑壳式断路器与智能控制器接口设计；
2. 信号采集电流级电压互感器参数结构设计；
3. 采用现场总线 Modbus-RTU 标准规约实现在线上位机后台系统，实现“四遥”功能设计；
4. 断路器本体群组控制程序设计（包括一拖多系统中的区域连锁和负载监控功能实现设计）；
5. 系统及智能控制器网络仪表功能设计、短信报警功能设计；
6. 极限短路分段能力 I_{cu} 达到 80kA 的触头系统和灭弧系统设计；
7. 后备磁脱扣装置设计。

整体技术水平：

本系列产品相当于国内第四代产品，具备国内领先技术水平。

陈培国教授专家意见：

1. 关键技术、创新点

本项目的关键技术为：智能控制器部分独立设计、安装于塑壳断路器本体之外，由于智能控制器相对不受体积方面的限制，其功能大大增强，且电磁兼容环境得到改善，可靠性大伟提高。另外：合作单位华北电力大学研发的通信系统软件功能强大，通过通信接口与控制器连接可实现配电室无人值守和中心集中控制和管理，是目前我国建设智能电网用户端方向的优秀产品选项。

2. 技术创新点：

- a. 断路器动作执行元件（刺痛变换器技术参数及机械机构的设计）；
- b. 信号采集元件（电流及电压互感器参数结构的设计）；
- c. 采用 Modbus-RTU 现场总线标准规约实时在线上位机后台系统，用于实时监测下级智能断路器和智能仪表运行状态以及各项电网运行参数，实现四遥功能。
- d. 程序软件开发中的断路器本体群组控制程序设计(包括一拖多系统中的区域连锁和负载监控功能实现设计)；
- e. 系统程序软件开发中的智能仪表功能设计、短信报警功能设计；
- f. 硬件模拟电路大锻炉电流快速脱扣设计；
- g. 断路器极限短路分断能力 Icu 达到 80kA 的触头系统和灭弧系统设计；
- h. 产品壳体技术造型设计

3. 整体技术水平

分体式智能断路器开发完成后相当于国内第四代产品，具有国内领先技术水平。

7、主要知识产权和标准规范等目录

| 知识产权类别 | 已授权项目名称 | 专利号 | 专利有效状态 | 专利人 | 发明人 | 授权公告日 |
|---------|--------------------------|------------------|--------|--------------|-----|------------|
| 已授权发明专利 | 一种磁后备脱扣保护机构 | ZL201510120193.9 | 有效 | 河北宝凯电气股份有限公司 | 张信明 | 2017.01.25 |
| 已授权发明专利 | 一种具有强大分断短路电流能力的塑壳断路器 | ZL201710727656.7 | 有效 | 河北宝凯电气股份有限公司 | 张信明 | 2020.01.14 |
| 已授权发明专利 | 一种具有高分断性能塑壳断路器的塑壳断路器 | ZL201710727689.1 | 有效 | 河北宝凯电气股份有限公司 | 张信明 | 2020.04.28 |
| 已授权发明专利 | 一种具有复合灭弧性能的塑壳断路器 | ZL201710727710.8 | 有效 | 河北宝凯电气股份有限公司 | 张信明 | 2020.05.22 |
| 已授权发明专利 | 一种高分断塑料外壳式断路器灭弧装置 | ZL201710727646.3 | 有效 | 河北宝凯电气股份有限公司 | 张信明 | 2020.06.9 |
| 软件著作权 | BKM3ZF-100 断路器嵌入式软件 V8.7 | 2017SR087277 | 有效 | 河北宝凯电气股份有限公司 | | 2017.03.22 |
| 软件著作 | BKM3ZF-250 断路 | 2017SR08814 | 有效 | 河北宝凯电 | | 2017.03.23 |

| | | | | | | |
|--------------|------------------------------|------------------|----|----------------------|--|------------|
| 作权 | 器嵌入式软件 V8.7 | 1 | | 气股份有限 公司 | | |
| 软 件 著 作 权 | BKM3ZF-400 断路 器嵌入式软件 V8.7 | 2017SR08814 0 | 有效 | 河北宝凯电 气股份有限 公司 | | 2017.03.23 |
| 软 件 著 作 权 | BKM3ZF-800 断路 器嵌入式软件 V8.7 | 2017SR08727 1 | 有效 | 河北宝凯电 气股份有限 公司 | | 2017.03.22 |

8、申报奖励类别及等级：三等及以上。

9、提名单位：河北宝凯电气股份有限公司