**配电网智能断路器SOC芯片技术**

**项目建议书**

|  |  |
| --- | --- |
| **依托单位：** | 清华大学深圳国际研究生院 |
| **项目负责人：** | 张盛 |
| **电子邮箱：** | zhangsh@sz.tinghua.edu.cn |
| **移动电话：** | 13632683550 |

2020年4月30日

# 一、项目建设背景及必要性

## 1.1 项目建设背景

智能电网建设是全球在能源领域的重要战略部署，构建以信息化、自动化、互动化为特征的智能电网是电力行业的发展方向。智能电网的实现首先依赖于电网各个环节重要运行参数的在线监测和实时信息掌控，物联网作为“智能信息感知末梢”，成为推动智能电网发展的重要技术手段。

我国整个电力系统中，配电设备点多面广，配网是最为薄弱的环节。作为受端系统的核心部分，配网是提高供电可靠性至关重要的物质基础，是提高电网的防灾抗灾能力、确保终端用户不间断供电的最后屏障。随着对配电网供电可靠性要求的不断提高，高效率高准确性的配电线路主动智能控制势在必行。如电压闪变、相间短路、单相接地、浪涌等多种运行工况时刻威胁着配电网馈线的安全稳定运行；另外，台风、高温高湿、飞鸟、悬浮物、电缆沟水侵等环境因素，对配电网馈线的管理也构成了严重的技术挑战。传统上依靠人力在事后进行巡线再处理，不仅无法及时解决隐患，严重影响供电可靠性，同时也消耗了大量人力物力，对配电网线路的智能化管理提出来技术需求。

随着物联网技术，特别是基于无线传感网络技术的兴起，已经为这些问题的智能检测提供了可靠合理的解决办法。为了进一步推动配电网自动化的发展水平，就有必要进一步提升配电网断路器多层次控制网络的智能性，通过增加边缘计算等新兴应用基础，进一步提高在配电网智能检测与配电网智能控制之间的数据交互，实现本地化的应急管理响应的先进管理模式。

提升配电网断路器智能化水平的主要途径，是研制适合在工业级高电磁环境下的高可靠断路器控制芯片，以实现具有自主智能能力的配电网智能断路器多层次系统结构和功能。基于物联网和边缘侧人工智能技术的配电网断路器智能系统，可以依托物联网透彻的信息感知、可靠的数据传输、健全的网络架构、海量信息的智能管理和多级数据的高效处理能力，实现对配电线路运行参数的智能断路控制，通过对协作获得的各类传感器参数信息边缘侧实时或周期性的分析诊断，从而从边缘智能的层面，更好的保证配电线路的安全可靠，对提高配网供电可靠性及运行效率具有重要意义。

## 1.2 项目必要性分析

### 1.2.1 配电网智能断路器芯片国产化的必要性

*（从芯片角度讲必要性）*

### 1.2.2 配电网智能断路器芯片智能化的必要性

*（从芯片角度讲必要性）*

### 1.2.3 配电网智能断路器芯片协作化的必要性

*（从芯片角度讲必要性）*

智能断路器SOC芯片应包括高性能主控芯片、通信芯片、接口芯片、AD采样芯片等部分，能够完成完整的系统芯片功能；高性能主控芯片应该能够支持较为广泛的指令集架构，并支持较强的边缘智能能力；通信芯片支持HPLC和蓝牙5.0版本以上通信能力，协议层支持开放协作的数据与通信管理能力，提升配电网不同设备节点间的数据共享与交换，支持以数据为基础的边缘侧协作智能决策；接口芯片应包括485等常用兼容接口；集成高精度中低速模数转换AD电路；需解决强电磁干扰等问题，支持在工业级高电磁场环境下的稳定工作。

支持边缘智能的断路器控制芯片应具有以下创新的技术特征：1）主控芯片具有更强的计算能力，集成具有专用指令扩展设计的自主知识产权RISC-V架构微处理器内核，工作主频超过400MHz，等效计算能力达到300MIPS；2）通信芯片支持开放协作的数据与通信管理能力，同时支持HPLC和蓝牙5.0以上版本通信协议，实现基于通信芯片层次的电力物联网生态，为数据驱动的电力物联网管理能力提供协议支持；3）集成支持算法升级的神经网络计算单元，实现对边缘侧感知数据的本地化分类、识别与决策智能；4）支持丰富的外设接口，包括GPI/UART/I2C/SPI/I2S/PWM/PDM等，以及灵活的外部中断与计数器控制逻辑；5）工业级高可靠强电磁场条件下的工作；6）集成24bit高精度AD电路模块。

# 二、现状分析

## 2.1 产业现状

## 2.2 技术发展趋势

## 2.3 市场前景

# 三、项目主要研究内容

## 3.1 研究内容概述

断路器智能控制器芯片研发的主要研究内容包括：

1. 自主知识产权RISC-V架构微处理器内核

与大多数指令集相比，RISC-V指令集可以自由地用于任何目的，允许任何人[设计](https://baike.baidu.com/item/%E8%AE%BE%E8%AE%A1" \t "_blank)、制造和销售RISC-V[芯片](https://baike.baidu.com/item/%E8%8A%AF%E7%89%87" \t "_blank)和[软件](https://baike.baidu.com/item/%E8%BD%AF%E4%BB%B6" \t "_blank)。虽然这不是第一个开源指令集，但它具有重要意义，因为其设计使其适用于现代计算设备（如仓库规模[云计算机](https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%91%E8%AE%A1%E7%AE%97%E6%9C%BA" \t "_blank)、高端[移动电话](https://baike.baidu.com/item/%E7%A7%BB%E5%8A%A8%E7%94%B5%E8%AF%9D" \t "_blank)和微小[嵌入式系统](https://baike.baidu.com/item/%E5%B5%8C%E5%85%A5%E5%BC%8F%E7%B3%BB%E7%BB%9F" \t "_blank)）。设计者考虑到了这些用途中的性能与功率效率。该指令集还具有众多支持的软件，这解决了新指令集通常的弱点。

1. HPLC通信芯片IP

宽带电力线载波通信HPLC是在低压电力线上进行数据传输的宽带电力线载波技术。宽带电力线载波通信网络则是以电力线作为通信媒介，实现低压电力用户用电信息汇聚、传输、交互的通信网络。宽带电力线载波主要采用了正交频分复用（OFDM）技术，频段使用2MHz-12MHz。与传统的低速窄带电力线载波技术而言，HPLC技术具有带宽大、传输速率高，可以满足低压电力线载波通信更高的需求。HPLC作为本地通信技术还融合了远程通信（4G）应用在集中器I型上。有线技术融合无线技术是HPLC应用的一个特点。

1. 蓝牙5.0通信芯片IP
2. 高安全协作物联技术
3. 协作智能行为模型
4. 工业高可靠芯片设计加固技术
5. 高精度AD转化电路IP

## 3.2 拟解决关键难点问题

（1）高可靠性

（2）通信芯片、SOC蓝牙

（3）协作物联

（4）协作智能

（5）

## 3.3 关键技术方案

## 3.4 创新点

# 四、项目实施方案

# 五、投资估算及效益分析

# 六、项目综合评价