

# Safety Electric Guard

Hanqing Cao\*, Xiang Chen, Yufeng Wei

College of Science and Technology, Jiangsu Normal University, Xuzhou Jiangsu  
Email: \*1149694911@qq.com

Received: Jun. 8<sup>th</sup>, 2020; accepted: Jun. 22<sup>nd</sup>, 2020; published: Jun. 29<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

In this system, the distribution cabinet is used as the node to provide data perception and collection based on the Internet of things, the cloud system platform is used as the service center for data storage and analysis, and smart phone applications based on Android and IOS are provided; the K-means based power consumption behavior analysis model is designed, the user profile is established, and the overall power consumption status of the business is judged, classified and counted. The intelligent prediction model of electrical fire based on ANFIS is designed, the statistical power consumption parameters are modeled and analyzed in the background, the production automation control system of the enterprise is connected according to the analysis results, the intelligent linkage is carried out by using IFTTT technology, the visualized real-time monitoring of topology map is provided, the occurrence of electrical fire is predicted and handled in time, and the electrical safety is guaranteed.

## Keywords

Internet of Things, Big Data, Artificial Intelligence, K-Means Model, ANFIS Model

---

# 安全用电卫士

曹汉清\*, 陈 祥, 魏宇峰

江苏师范大学文学院, 江苏 徐州  
Email: \*1149694911@qq.com

收稿日期: 2020年6月8日; 录用日期: 2020年6月22日; 发布日期: 2020年6月29日

---

## 摘 要

分析已存在产品暴露的种种问题, 设计出本系统。以配电柜作为节点提供基于物联网的数据感知与采集, 提供云端系统平台作为数据存储与分析的服务中心, 提供基于Android、IOS的智能手机应用程序; 设计\*通讯作者。

基于K-means的用电行为分析模型，建立用户画像；对业务总体用电状态进行判断、分类和统计。设计基于ANFIS的电气火灾智能预测模型，对统计的用电参数进行后台建模分析，根据分析结果对接企业生产自动化控制系统，利用IFTTT技术进行智能联动，提供拓扑图可视化实时监测，及时预测并处理电气火灾的发生，保障电气安全。

## 关键词

物联网，大数据，人工智能，K-Means模型，ANFIS模型

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

在物联网、大数据、人工智能技术大发展的今天，电气火灾监控系统不再局限于剩余电流、温度等指数的探测和预警，而是演变成了更加智慧的安全用电系统。我国的电气火灾监控系统已有近 30 年的发展历史，但受限于经济、技术等历史条件，系统的普及率和应用效果仍有较大提升空间。在云计算、物联网、大数据技术飞速发展的今天，传统的电气火灾监控系统更是暴露了种种不足。

**设备安装部署麻烦，使用门槛高：**传统电气火灾监控设备具有体积大、成本高昂、操作复杂的特点，在安装部署时需要组网布线，安装周期长，安装成本高，容易受现场安装条件限制；而传统的总线组网方式，技术一般，当线路上某一监控点出现问题，容易影响其他点。因此，在终端设备的设计上，需要克服上述缺点设计一种满足国标要求的体积小、成本低、操作简单的电气火灾监控设备，能够及时准确探测剩余电流和温度等相关参数，并能够存储和传送电气火灾数据，能够发出声、光报警信号，提示报警部位，提供持久稳定的系统感知基础。

**缺乏统一的云端平台，在监控范围和数据存取方式上受限：**传统的一套电气火灾监控系统，仅能用于一个院子、一个小区或几栋楼，也就是仅能实现一个小区域、小范围内的电气火灾监控；而其监测数据由终端探测设备传输到监测设备上，在监测设备上实现保存和读取，一旦设备损坏将造成数据丢失，降低系统整体的可靠度。因此，在系统的整体设计上，必须采用无线传输和云端存储的方式，各电气火灾监控设备作为云端平台的末梢神经终端，技术上报监测数据，集中进行后期的处理和数据分析，从而突破空间距离的限制，实现广域的、城域的，甚至全国范围的集中式电气火灾监控。

**预警智能化程度不够，容易造成误报、漏报：**目前市面上绝大多数电气火灾监控设备以设置监控预警阈值的形式进行预警，预警值的设定由传统的上限、下限逐步发展为按照预警等级划分的更多阈值，然而并没有从根本上解决问题。整个电网是一个连通的整体，彼此互相影响，再加上季节、天气、经济环境给温湿度、用电量带来的动态影响，仅靠设置报警阈值仍然过于机械。真正智能的电气火灾预知预警需要建立在线下、线上安全数据综合分析的基础上，建立一系列的分析模型和算法模型，从而更好地实现电气火灾的预警和甄别，也能为不同用户提供定制的安全状态画像。

**自动化程度不高，无法形成联动效应：**电气火灾监控系统的核心和基本功能是火灾预警，那么预警之后呢？如何处理解决问题形成完整闭环？将报警信息对接工单系统，维护人员根据工单开展线下巡查工作，这是目前绝大多数电气火灾监控系统的解决方式。然而，这是不够的。我国在 2015 年就提出了智能制造 2025、工业 4.0 的概念，建立智能制造标准体系和信息安全保障系统，搭建智能制造网络系统平

台。因此，作为工业和民用基础的电力系统必须以智能的方式与生产、生活中的各类设施、设备、软硬件系统对接，在发生电气火灾预警时，自动切断危险源，自动调动相关设施设备处理危险情况，在第一时间采取必要措施，比人力维护更高效。

我们在总结传统电气火灾监控系统不足的基础上，集合物联网、大数据、人工智能技术思想，创新探索“互联网”+用电安全，提供系统化的解决方案，设计开发了安全用电卫士，致力于解决上文总结的现有产品的缺陷不足的问题。

张宇帆等人[1]提出一种针对边缘数据中心的窃电监测方法，该方法利用深度卷积生成对抗网络(DCGAN)鉴别器提取得到的特征，在边缘数据中心对二范数线性支持向量机(L2SVM)进行训练。刘乐园[2]结合建筑智能建造监测技术需求，建立一套绿色建筑智慧集成化监测系统管理平台，对绿色建筑结构安全和施工进行全过程、全方位的监测与管理，为工程的成本、进度、质量、安全等方面的控制提供保障。何奉禄等人[3]提出了未来物联网技术在智能电网数据采集、通信和计算处理方面的优势与应用前景。最后，从物联网技术与智能电网深度融合的角度，阐述了智能电网的发展愿景。刘振如等人[4]基于非侵入式负荷分解技术和移动互联技术，搭建智能监测平台。该平台可实现户内每件电器用电监测，实现智能家居实时用能共享。以深度学习算法为基础，采用物联网硬件监测+大数据分析+移动端控制的模式，实现“精准服务+个性服务”的服务体系。张逸等人[5]提出一种基于监测数据相关性分析的用户谐波责任划分方法。首先，计算电能质量监测系统中谐波电压数据序列与用电信息采集系统中各用户平均有功功率数据序列的典则相关系数，将公共连接点谐波责任划分为背景谐波责任与所关注用户谐波责任；其次，计算谐波电压与各用户有功功率的动态扭曲相关系数，用于反映各用户用电行为与公共连接点谐波电压畸变的关联关系；最后，构造并计算同时考虑关联关系、用户用电容量的长时间尺度谐波责任划分指标。褚若波等人[6]针对串联电弧故障的识别难点，提出了一种基于多层卷积神经网络的时域可视化识别方法。使用高频耦合滤波电路和高速数据采集系统来采集串联电弧故障的高频信号。通过构建多层卷积神经网络，提取电弧图像高维特征。以时域灰度值图像的形式直观展示了卷积神经网络算法对故障电弧数据的抽象特征提取情况。刘毅[7]依据某城市轨道交通车站剩余电流式电气火灾监控系统误报警的实际数据，对回路固有漏电、施工不规范及N极开关选型不当等可能导致电气火灾监控系统误报警的因素进行了具体分析，并总结了各类误报警所对应的排查治理办法。朱贺平[8]在分析电气火灾监控系统组成和结构特点的基础上对如何做好电气火灾监控系统在消防安全中的应用进行了分析介绍。“智慧消防”是现代消防提出的一个重要的理念，借助于现代的信息化技术、人工智能、互联网+技术等实现。

## 2. 技术方案

### 2.1. 整体架构

如图1所示，本系统从底层物联设备到云端系统平台都进行了自主研发设计。

1、感知层。通过终端探测头(如剩余电流互感器、温度传感器等)利用电磁场感应原理、温度效应的变化对该信息进行采集，并输送到监控探测器里，经放大、A/D转换、CPU对变化的幅值进行分析、判断，并与报警设定值进行比较，一旦超出设定值则发出声光报警信号，同时通过无线传输模块，NB-IOT协议，将采集的数据传输到系统平台。

2、存储与数据层。物联网设备的数据持续采集，必然会带来海量数据，系统从设计之处就考虑了大数据存储。系统采用MySQL作为传统数据库，采用MongoDB存储非结构化数据，便于大数据分析处理，同时提供Redis作为缓存提高访问效率，并利用Zabbix提供分布式系统的网络监控服务。

3、基础服务层。提供了文件服务、日志服务、监控服务、短信服务、配置中心等基础服务，提供了RabbitMQ作为消息中间件，是系统持续稳定运行的基础。

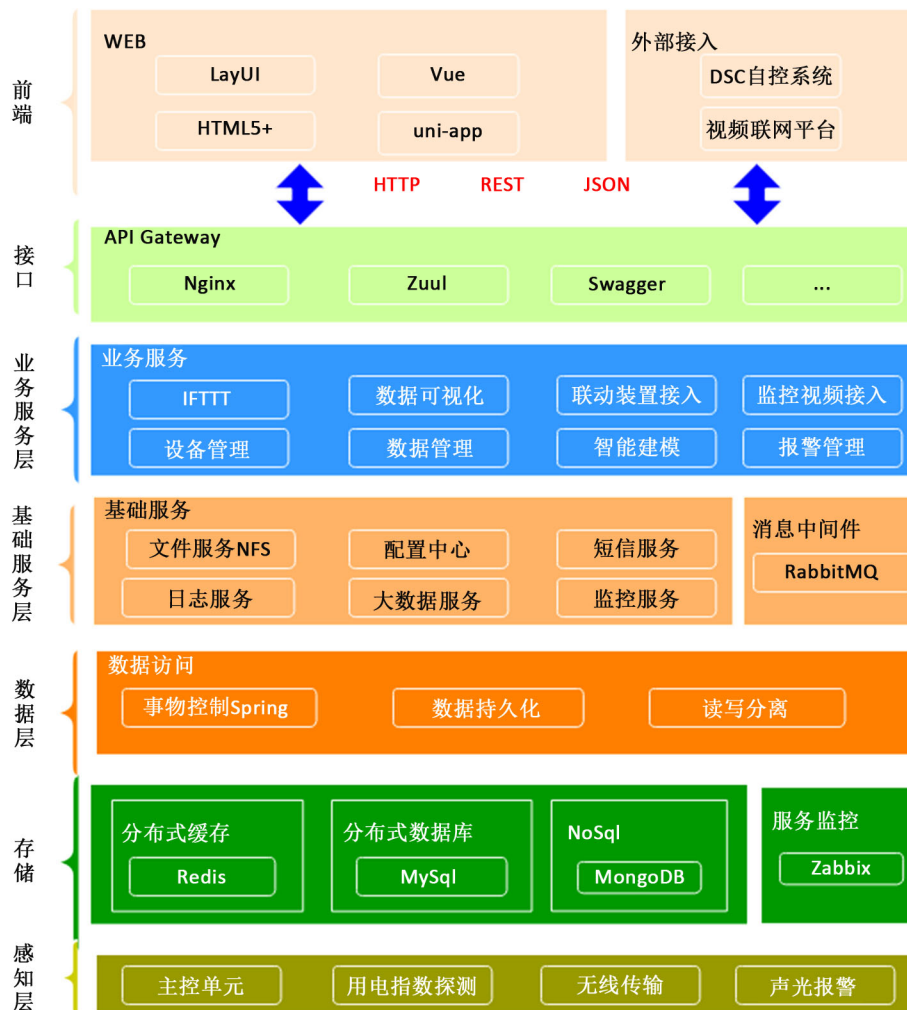


Figure 1. Overall structure  
图 1. 整体架构

4、业务服务层。主要包括 IFTTT、数据可视化、数据管理、智能建模、智能联动装置接入、报警管理等。平台对采集的数据进行接收、解析、存储、分析，结合企业用电结构建模，评估企业整体安全用电状态，自动进行安全预警，为用户提供快速响应分析支撑。

5、接口与前端。系统采用了前后端分离技术，试用 HTML5 尽可能为用户提供良好的操作体验。在 Web 端使用了国内主流的 LayUI 作为前端框架，在移动端使用了国内顶尖的 Vue + uni-app 框架，可支持安卓应用、苹果应用、微信小程序、支付宝小程序等多个平台，实现全平台部署。

## 2.2. 功能体系设计

本系统以配电柜作为节点提供基于物联网的数据感知与采集，多支线路采集到的电气参数通过 NB-IOT 协议实时传输到云端。设计基于 K-means 的用电行为分析模型，建立用户画像，对业务总体用电状态进行判断、分类和统计。设计基于 ANFIS 的电气火灾智能预测模型，对统计的用电参数进行后台建模分析，最后根据分析结果进行故障分级判定、消息推送以及 IFTTT 智能联动通过规则配置实现漏电自动断电保护、自动消防降温排风等功能，可准确把握工厂整体用电状态，及时预测并处理电气火灾的发生，保障电气安全。如图 2 所示。

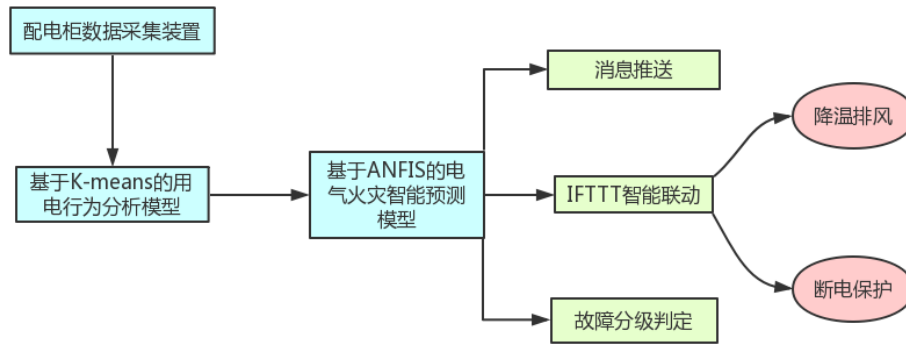


Figure 2. Electrical fire prediction function system  
图 2. 电气火灾预测功能体系

### 2.3. 数据库设计

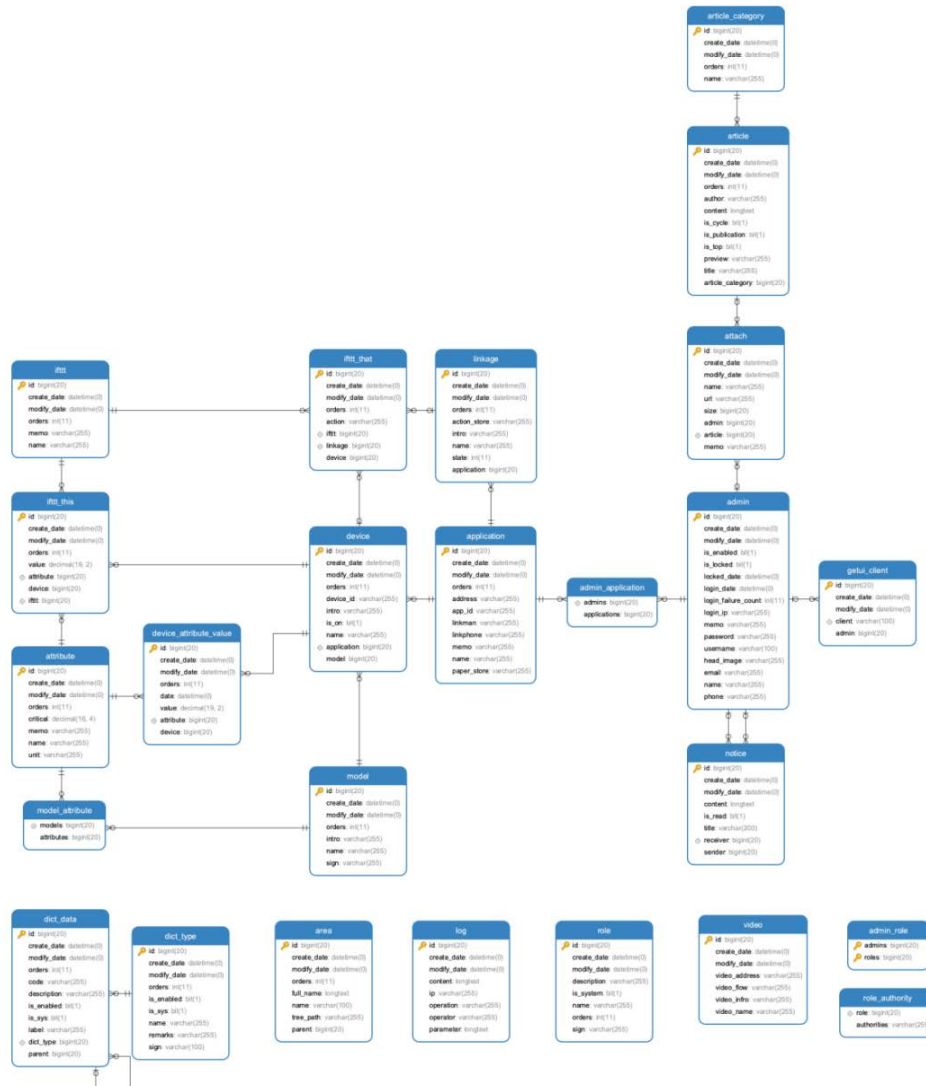


Figure 3. ER diagram of database  
图 3. 数据库 ER 图



如图 3 所示。

### 数据库核心设计说明

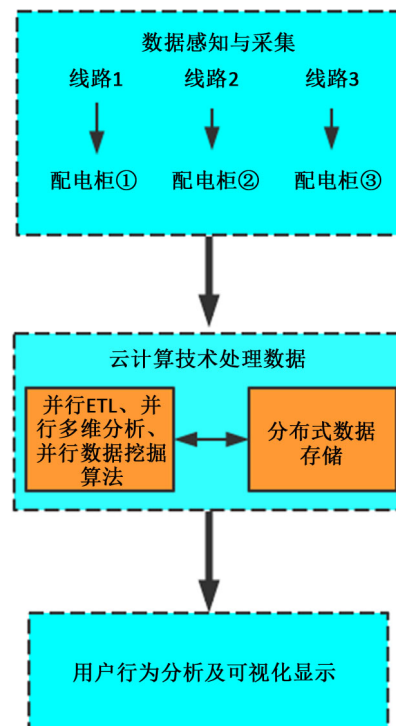
- 1、权限采用基于角色的权限访问控制 RBAC 模型；
- 2、device 为配电柜设备，linkage 为第三方对接的智能设备；
- 3、采集的电压、电流等属性通过 attribute 进行自定义配置，在 device\_attribute\_value 中存储数值，灵活度更高；
- 4、通过 ifttt 模型，ifttt\_this 监听属性的变化，ifttt\_that 触发配电柜和智能设备的联动；

## 2.4. 创新设计

### 2.4.1. 基于 K-Means 的用电行为智能分析模型

#### 1) 背景

基于 K-means 的用电行为智能分析模型，以云计算 K-means 为核心算法，进行数据计算、清洗以及用户用电行为的聚类分析。建立用户画像，对业务总体用电状态进行判断、分类和统计，增强了处理海量数据信息的效率。有利于开发大规模的电力数据并对其进行处理，还能够显著提升处理能力，使数据处理更加高效。高数据的利用率能够有效提升电力企业的营利水平，无论将其应用于行业内还是行业外，都会带来新的发展机遇。与此同时，这在一定程度上挑战了大数据的认知水平，如何有效处理这些数据，并从中获取更有价值的信息，最终将其转化成优化的服务决策以及管理模式是决定大数据价值能否得以体现的关键。如图 4 所示。



**Figure 4.** Analysis framework of user electricity consumption behavior based on cloud computing K-means clustering algorithm

**图 4.** 基于云计算 K-means 聚类算法的用户用电行为分析框架图

## 2) 模型设计

在大数据处理阶段，团队自主研发设计了基于 K-means 算法的用电行为分析模型，首先对云平台接收到的数据信息进行数据清洗、数据计算等数据整合操作，为了消除数值差异过大带来的影响，对数据信息进行 0~1 归一化处理，使数据经变换成为纯量。再将处理好的数据通过基于 SparkR 并行化的 K-means 算法进行聚类分析，分类别统计数据，最后将分析结果进行 HTML 可视化输出。如图 5 所示。

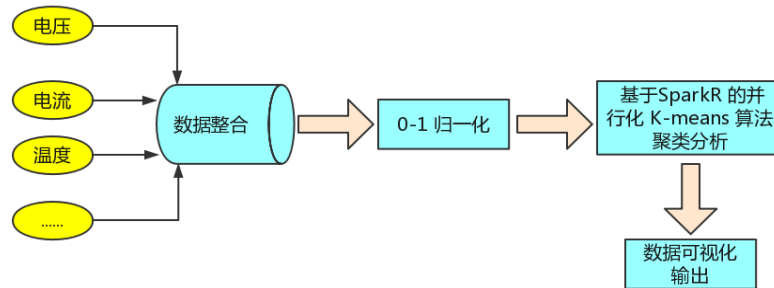


Figure 5. Power consumption behavior analysis model based on K-means algorithm  
图 5. 基于 K-means 算法的用电行为分析模型

## 3) 架构设计

本系统平台采用以云计算为基础的 K-means 算法，以 sparkR 为基础的并行化 K-means 算法能够有效解决设备性能问题以及频繁读写可能存在的错误情况，其 Hadoop 的电力大数据群作为数据引擎，再运用 K-means 算法充分发挥了大数据 R 语言以及大数据内存计算的特征，有效提升了数据分析能力。图 6 为基于 SparkR 并行化 K-means 算法的用户用电行为分析框架图，可以将整个过程大体分为数据计算、清洗以及用户用电行为的聚类分析。

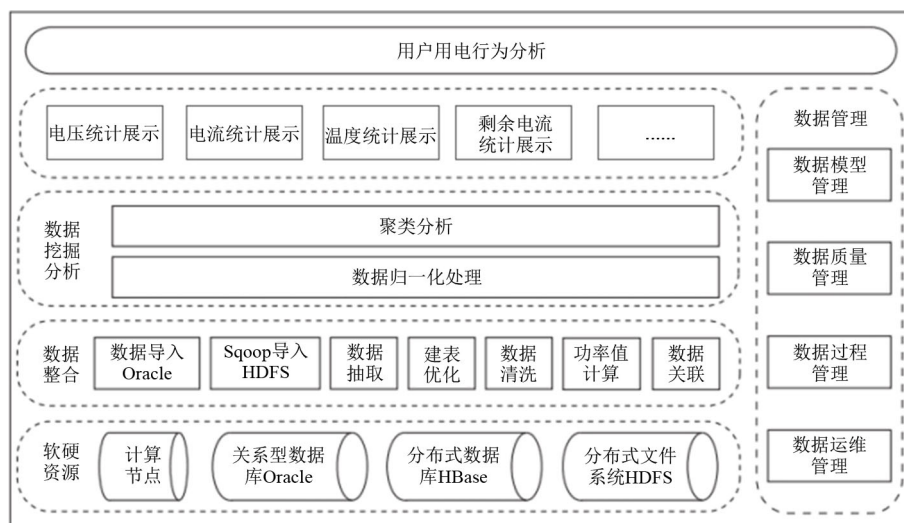


Figure 6. User behavior analysis framework based on spark parallel K-means algorithm  
图 6. 基于 SparkR 并行化 K-means 算法的用户行为分析框架

## 4) 模型优势

电力大数据分析以云计算 K-means 为核心算法进行聚类分析，和传统的用户用电行为分析相比较，以电力大数据为基础的用户用电行为分析的准确性更高，且能够有效提升用户用电设备的使用效率。图 7 为两种用户用电行为分析方式的对比图。

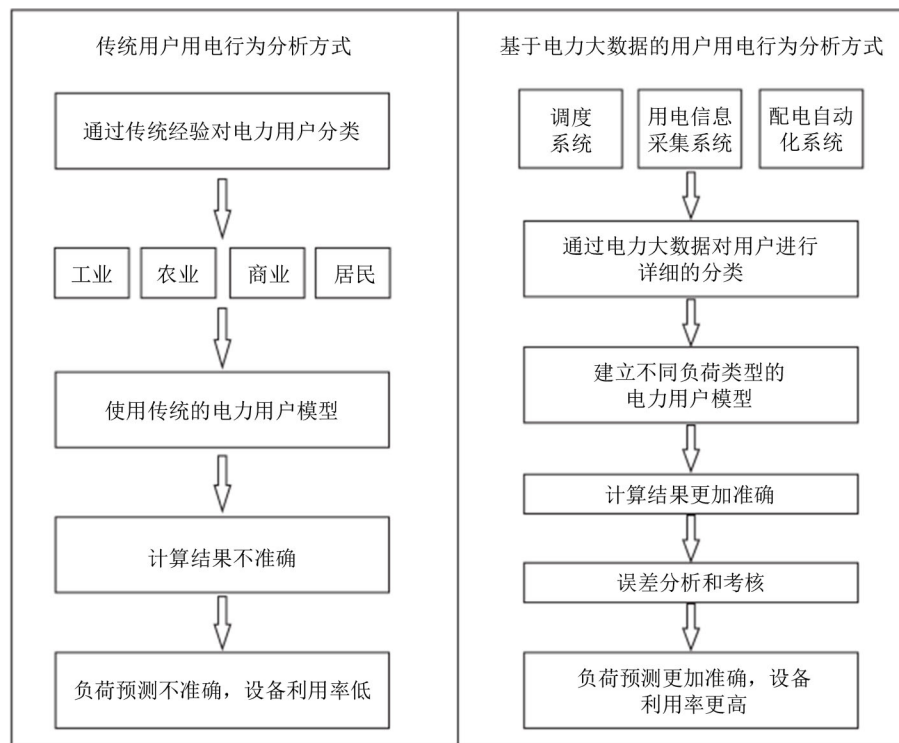


Figure 7. Comparison of analysis methods of user's electricity consumption behavior  
图 7. 用户用电行为分析方式对比图

由图 3 可知, 以电力大数据为基础的用户用电行为分析的理论支持更加科学, 可以更加准确地预测各种行为, 能够有效提升设备的使用效率, 并且降低不必要的电力消耗。

### 5) 0~1 归一化处理

顾名思义, 就是把数据映射到[0, 1]区间内, 消除过大差异, 公式如下:

$$x_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_j(x_{ij})}{\max_j(x_{ij}) - \min_j(x_{ij})} \in [0, 1]$$

以功率为例, 式中  $x_{ij}$  为第  $i$  个用户在时刻  $j$  的实际功率,  $\max_j(x_{ij})$  为第  $i$  个用户的最大负荷,  $\min_j(x_{ij})$  为第  $i$  个用户的最小负荷。

### 6) 核心算法——K-means 算法模型

K-means 由于其简单易理解的算法思想, 成为聚类算法中最经典的算法, 并且已经被收入适用于 Hadoop 的机器学习库 Mahout 中。因为 K-means 算法在聚类过程中不涉及全局变量或公式, 所以对算法进行 MapReduce 化也相对简单。本系统即采用 MapReduce 化后的 K-means 算法实现文本聚类。首先将记录数据向量集的文件集、包含数据中心的文件、相似度度量方法(一般采用欧氏距离计算)、收敛阈值(判断迭代终止条件)、Reducer 个数、输入文件的预处理方法作为输入数据输入系统, 经过 K-means 聚类后输出包含中心点的文件和包含数据集及其归类的文件。其具体执行过程如图 8 所示。

① Map 函数执行过程: 将数据集划分成小块并与中心点文件一起发送到各个执行 Map 程序的节点, 在各节点分别执行计算任务, 将块中的数据分配给最靠近的中心点使之组成一类, 并以所属类的中心点作为键, 数据本身为值, 形成以键值对形式表示的中间结果后将其传递到 Reduce 节点。其伪代码描述如图 9 所示。



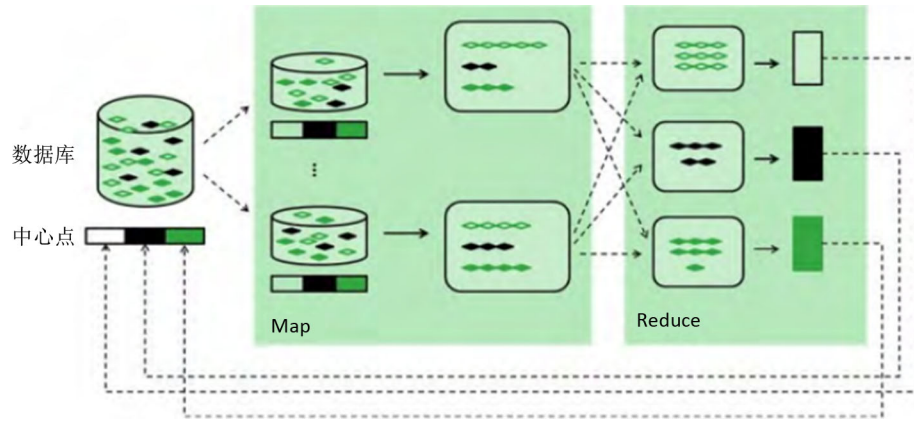


Figure 8. K-means clustering execution process

图 8. K-means 聚类执行过程

```

Mapper(vector points) {
    Int size=points.size();
    vector adder=new Vector(); /* 创建一个新的向量类型数组，用于存储具有相同key值得文本向量和 */
    for(int i=0;i<size;i++){
        int j=point[i].key;
        if(adder[i]==NULL || adder[key]==
points[i].key) /* 判断文本向量的key值是否相同 */
            adder[j].add(points[i]); /* 将相同key值得文本向量相加 */
    }
    EmitIntermedia(adder); //输出结果
}

```

Figure 9. Pseudo code of map function

图 9. Map 函数伪代码

```

Reduce(vector interpoints, int key) {
    vector result=new Vector();
    int size=interpoints.size();
    for(int i=0;i<size;i++){
        result.add(interpoints[i]); /* 将所有具有相同key值的文本向量相加求和 */
    }
    Emi(Centroid.newcentroid(result.size)); /* 计算新聚类中心点，并输出结果 */
}

```

Figure 10. Pseudo code of reduce function

图 10. Reduce 函数伪代码

其中, *points* 表示 Map 函数要处理的文本向量集, *key* 表示 *points* 中某一类文本向量的中心点。

② Reduce 函数执行过程: 将中间结果中属于同一聚类的文本向量求和后计算平均值, 将其作为新的中心点。执行过程伪代码描述如图 10 所示。

其中, *interpoints* 表示所有 Reduce 函数产生的具有相同 *key* 值的和文本向量, *key* 表示聚类类别。

③ 对比新的中心点与原有的中心点是否一致, 如果不一致, 即聚类过程还未结束, 仍需进行进一步迭代, 更新中心点文件后继续从开始运行整个 MapReduce 作业, 直到中心点不再变化为止。

### 7) 提供服务

我们对电气火灾的预知预警是建立在线下、线上安全数据综合分析的基础上的, 而一般的电气火灾监控平台只是针对线上某一个或几个安全参数进行监控, 这是我们平台和他们的根本区别之一, 为此我们建立了一系列的分析模型和算法模型, 在这个基础上, 通过线上线下数据结合, 建立了科学的安全评估体系、形成了我们特有的用户安全状态画像技术。以此为基础我们可以实现用户安全防范等级的划分、安全表征值的生成、重点用户的筛选等等, 以安全表征值对应具体用户, 通过安全表征值结合平台数据服务, 用户可以直观了解自身的安全状态和安全工作进展情况。

此外, 我们将进一步深入探索大数据服务, 利用用户安全画像技术对用户安全特征的生成, 并以此作为索引条件, 在大数据存储范围内的关联匹配, 除此之外, 我们还将他应用于安全生产、能效管控、成本管理、区域安全评估等方面。如图 11 所示。

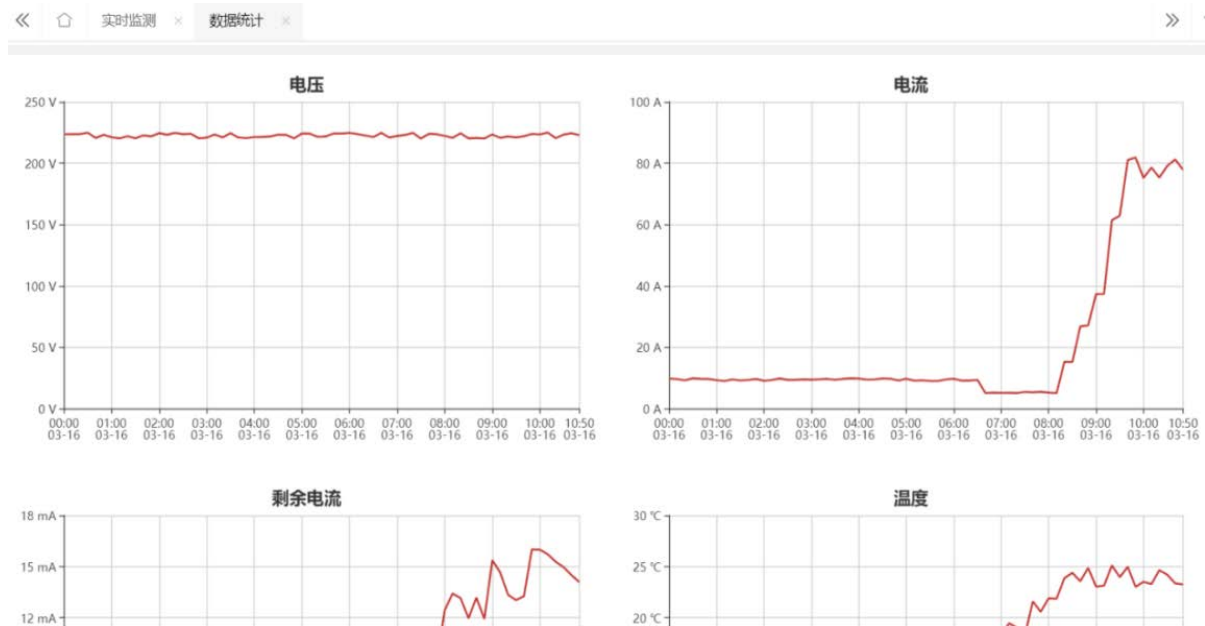


Figure 11. Data visualization

图 11. 数据可视化显示

### 2.4.2. 故障风险的分级判定

关于故障信息的甄别、故障萌芽状态的确定、故障危险等级的分析判定一直是电气火灾监控系统的重点和难点。我们基于上文的电气火灾智能预测模型实现了电气火灾的预警和甄别, 为此我们采用了全电量参与、多事件协同处理分析的技术手段, 用于消除误报, 这个很关键, 这关系到平台的实用性和生命力, 以防范等级对应运维人员和运维单位, 通过平台辅助他们完成服务对象工作层次的划分和运维资源的匹配, 大大提升运维的工作效率; 同时, 还关系到消防、安监等职能部门在安全管控上的工作效率。

以电气火灾最核心的剩余电流指标为例，当剩余电流达到预警值时需立即报警处理，但是当尚未达到预警值，但发现剩余电流在短时间内持续上升时，也应及时给予预警，同时，结合其相联的配电柜的电流、剩余电流变化情况，可以分析出可能的漏电区域，为运维人员的处置提供参考。如图 12 所示。

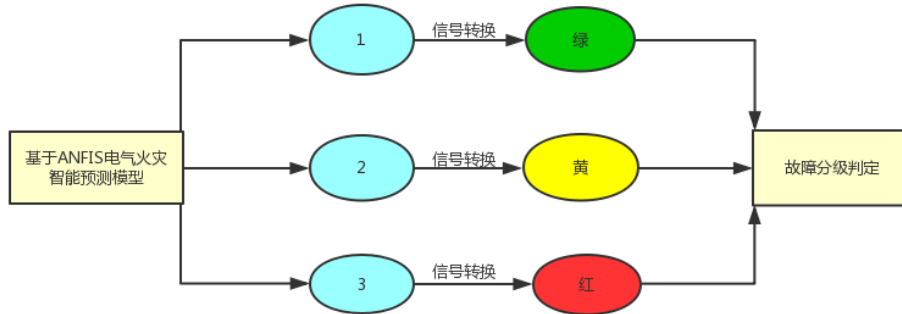


Figure 12. Fault classification network structure  
图 12. 故障分级判定网络结构

### 2.4.3. IFTTT 智能联动平台

一个企业的运营管理监控涉及到方方面面，包括水电气、生产线、安全、环保等等，系统之间应该更多的互联互通，在发生异常时，互相联动，提高企业运营的整体性，这也是近几年“企业中台”的概念快速发展的原因之一。

我们在与企业现有系统智能设备互联方面做了很多尝试，目前针对已部署的业主实际条件，实现了监控视频和智能装置控制的对接。关于监控视频，大部分企业实现了局域网的直播与回放，在此基础上，我们在企业的公网机房中建立了转发服务器，根据播放需要，将视频信号转码推送到流媒体中间件服务器上，提供公网的播放地址，并且以 HLS 格式兼容 web 和移动端播放。

关于智能装置，很多企业采购了智能化可远程控制的装置，但由于没有进行实现彼此互联控制而失去了大部分意义，我们以增值服务的形式为企业提供对接。以二次开发的形式将智能装置联入企业用电行为分析模型，使用手机端实现远程控制，并通过 IFTTT 规则编辑器实现互联互动。如图 13 所示。

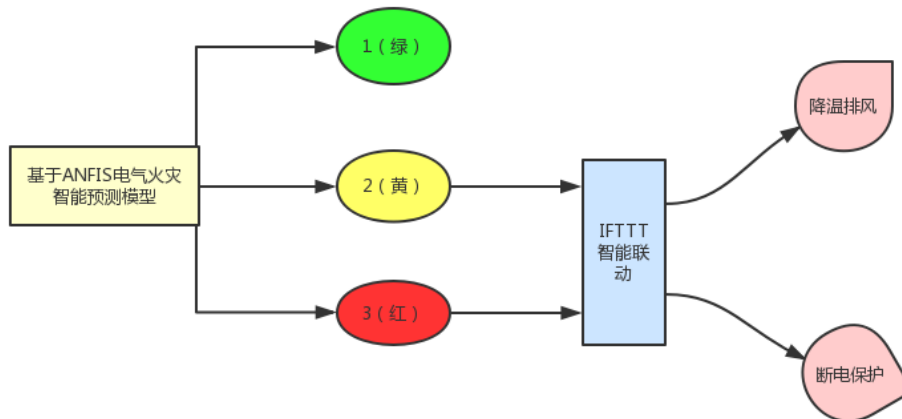


Figure 13. IFTTT intelligent linkage network structure  
图 13. IFTTT 智能联动网络结构

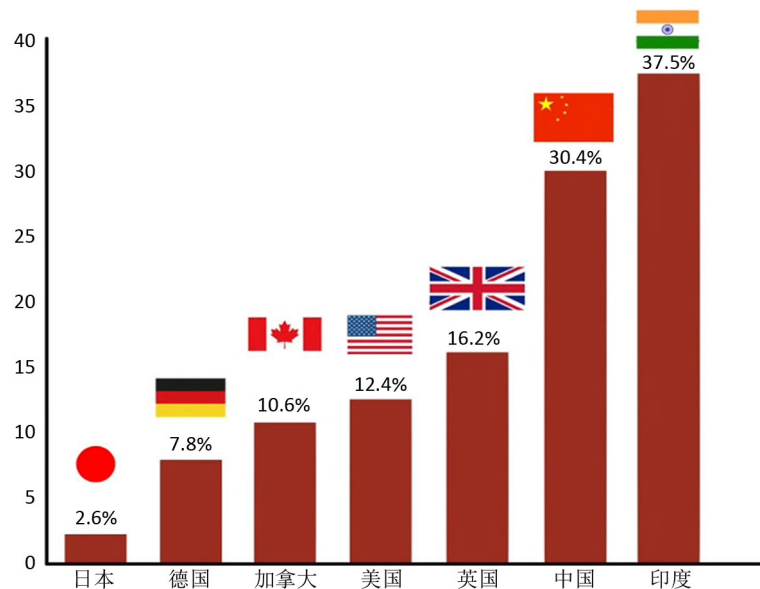
## 3. 竞品分析

如表 1 所示，团队通过对市场用电监测产品的调研，得出结论，已有产品设备安装部署麻烦，缺乏

**Table 1.** Analysis and comparison of competitive products  
**表 1.** 竞品分析对比表

	安全用电卫士	中消云消防	安科瑞电气	乐鸟科技
产品配置	配电柜终端 + APP + 云平台	组合式电气火灾探测器 + APP + 云平台	一体式电气火灾探测器 + 单机监控平台	电气火灾监控探测器 + APP + 单机监测平台
部署易度	简单	一般	较难	一般
自动化程度	高	中	低	中
功能	1、基于物联网配电柜感知与采集数据 2、基于 K-means 的大数据分析 3、基于 ANFIS 的人工智能决策 4、故障分级判定 5、IFTTT 技术进行智能联动，自动化处理 6、APP 接收消息并提醒 7、视频对接	1、电气火灾探测器监测数据 2、大数据统计数据 3、报警定位 4、APP 监测数据获取信息	1、电气火灾探测器监测数据 2、报警定位 3、远程遥控	1、电气火灾探测器监测数据 2、大数据分析处理 3、报警定位 4、APP 监测数据获取信息 5、远程遥控
预警算法	设计基于 ANFIS 的电气火灾智能预警模型	静态配置	分级配置	趋势预警
自定义扩展	实现智能设备的接入联动，视频的对接	无	无	无
监测指标	电压、电流、功率、功率因数、电量、功率因数、剩余电流、温度、湿度	电压、电流、温度	电流、电压、功率、功率因数和电能、剩余电流	剩余电流、电压、温度、电弧、电流
技术指标	物联网、大数据、人工智能、云计算	物联网、大数据、云计算	物联网	物联网、大数据、云计算
服务	本司后台实时安全监控，及时预警，实行总体承包责任制，事故保险赔付	自行监测	自行监测	自行监测

统一的云端平台，在监控范围和数据存取方式上受限，预警智能化程度不够，容易造成误报、漏报，自动化程度不高，无法形成联动效应。对标市场上已存在几款比较成熟的产品，本产品在功能体系上更完善，一体化功能更加强大，监测指标更多，技术手段更加先进，拥有先进的基于 ANFIS 的电气火灾智能预警模型，火灾预测结果更准确，自动化程度更高，自定义扩展性强，能实现智能设备的接入联动，视频的对接，并且安装部署简单，适合各种大中小企业和办公楼宇等，市场前景广泛。



**Figure 14.** Analysis of the proportion of national electrical fires  
**图 14.** 国家电气火灾占比分析图

## 4. 结论

近年来, 我们经济发展迅速, 人民物质生活水平得到了较大提升, 增强了民族自豪感和自信心。但是, 也要看到, 在经济快速发展的过程中, 安全、环保等问题给国民经济带来的伤害。图 14 是各个国家电气火灾事故在总火灾事故中的占比, 可以看出, 我国与日德英美等发达国家仍有较大差距。因此, 推广安全用电智能监测系统的普及, 首先是一项造福国民的社会责任。

其次, 在国家大力发展智能制造、工业 4.0 的今天, 电力作为国民经济基础设施, 应当首先实现智能化管理, 保证安全用电的基础上, 与其他物联网设备、视频监控系统、企业自动化控制系统进行深度联动, 共同打造服务于安全、智能生产的企业中台, 绘制工业 4.0 的美好蓝图。

潮平岸阔风正劲, 扬帆起航正逢时。未来几年, 企业应该坚持以习近平中国特色社会主义思想为指导, 以预防电气火灾, 减少生命伤亡和财产损失为己任, 建设国内一流的用电安全服务企业, 努力学习、拼命工作, 为祖国贡献自己的力量。

## 参考文献

- [1] 张宇帆, 艾芊, 李昭昱, 肖斐, 饶渝泽. 基于特征提取的面向边缘数据中心的窃电监测[J]. 电力系统自动化, 2020, 44(9): 128-137.
- [2] 刘乐园. 建筑智能监测系统研究与应用[J]. 天津建设科技, 2020, 30(2): 62-64.
- [3] 何奉禄, 陈佳琦, 李钦豪, 羿应棋, 张勇军. 智能电网中的物联网技术应用与发展[J]. 电力系统保护与控制, 2020, 48(3): 58-69.
- [4] 刘振如, 廖涵冰, 孙艳, 刘伟. 智能用电监测平台的研究与应用[J]. 河南科技, 2020(1): 134-136.
- [5] 张逸, 王攸然, 刘航, 邵振国, 林芳, 陈育欣. 基于监测数据相关性分析的用户谐波责任划分方法[J]. 电力系统自动化, 2020, 44(2): 189-199.
- [6] 褚若波, 张认成, 杨凯, 肖金超, 张素芝. 基于多层卷积神经网络的串联电弧故障检测方法[J/OL]. 电网技术, 2020: 1-8. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?doi=10.13335/j.1000-3673.pst.2019.2489>, 2020-05-29.
- [7] 刘毅. 城市轨道交通电气火灾监控系统误报警分析及治理[J]. 城市轨道交通研究, 2020, 23(5): 196-199.
- [8] 朱贺平. 电气火灾监控系统在智慧消防中的应用[J]. 中国科技信息, 2020(10): 52-53.