**附件一**

**国网陕西省电力公司科技项目**

**可行性研究报告**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称： | 基于用电量的台区及相位识别数据挖掘技术及应用研究 |
| 申请单位： | 三号仿宋\_GB2312 （下同） |
| 起止时间： | 年 月至 年 月 |

|  |  |
| --- | --- |
| 项目负责人： | 岳红权 |
| 通信地址： | 西安市柿园路218号 |
| 邮政编码： |  |
| 联系电话： |  |
| 传 真： |  |
| 申请日期： | 年 月 |

**一、目的和意义**

居民社区、沿街门面和部分商业街等场所，由于配电网台区信息更新不及时等原因，造成台区用户信息混乱、不准确甚至缺失，严重制约了智能电网建设进程。为提高配电变压器利用率，降低线损，需要平衡各台区负载及台区三相负载。此外，为保证线损计算的准确性，供电管理部门需要经常普查台区用户信息，特别是用户台区和相位信息。随着用电量的增加，供电公司在一些地区新增了变压器，以前电工在接线改动或均衡分配负荷线路改造时，连线信息混乱，造成采集器或电表与变压器从属关系记录不准确，用户信息与实际不符。一些低压用户还私自搭接供电线，使得抄表员无法判定所抄电能表属于哪台变压器。

发电厂产生的三相电分配电力到用户时，每个用户都连接到低压变压器的三相之一。在单相负荷用电量较大增长的情况下，若不注意三相负荷平衡，可能使低压配电网的三相不平衡度增加，电网技术状况变差。**低压配电网三相负载的不平衡，严重影响供电的可靠性、安全性，不仅使损耗增大，用户电能质量下降，甚至会造成供电设备以及低压电器的损坏**。此外，在配网中，**了解用户入网连接情况是精准运维的重要基础**，主要包括配网状态估计、配网自愈和配电网络分配等应用，都需要精确的网络分布和相位连接模型。目前对于用户的台区分配和相位分配情况从智能电表中的数据无法直接得到，从而不能确定配电网的三相负荷是否对称，也就无法避免三相负载不对称所带来的危害。

配电网台区用户识别以及相位识别系统多采用人力现场观察确定或采用现有台区用户识别仪。由于现场线路架设复杂，甚至有些线路在地下或为“暗线”，人力现场观察确认工程量巨大，不仅耗时耗力，检查的准确性和效率较差。现有台区用户及相位识别仪多数基于电力载波技术直接通信与否或电流脉冲技术来识别台区信息，前者由于“共高压”、“共地”、“共电缆沟”等串扰问题，实际应用中载波信号不能被变压器完全隔离，载波信号仍可耦合到其他变压器产生跨台区通信难题，使得台区识别准确度较低。此外，通过改变电力载波通信发射功率和查询帧长度来限制载波信号跨台区通信，也无法从根本上解决载波信号跨台区通信难题。后者需要在变压器出线端安装电流互感器，操作上存在一定安全隐患，且可控制性差。

通过载波通信进行电表台区识别以及相位识别需要增加耦合器、滤波器、集中器等设备，无疑会增加电力监控管理设备的投入成本，增加电网的运维管理投入。目前，陕西省（西安市）的用电户数大约是500多万户，改造智能电表的成本平均为50-60元。因此，采用该方式所需的材料成本就达到3亿元，如果再考虑相关的人力成本及更换的时间成本，相关投入巨大，并且耗费时间长。并且，改造电表后，仍需要对电表采集的数据进行分析处理才能识别用户台区及相位。目前**各省电力公司的数据中心都累积了规模巨大的智能电表量测数据，主要包括电压、电流、功率等，为分析确定用户接入配电网的台区及相位提供了的数据支持**。本研究对这些数据采用数据挖掘的方法识别用户台区及相位信息，可以极大地减少硬件设备及人工安装的成本及安装时间。

识别出用户台区**及相位信息后，当出现因电力线三相负荷不平衡**，造成的低压供电线路损耗增大时，**可以将负载较重相的一些用户转移到较轻的另外一相进行供电，或者调整用户的台区接入**，通过AMI的数据和GIS数据实现互补优化，从而按照最少影响数量和最佳位置的原则确定用户供电调整策略，以平衡三相的负载，使得中性点电流最小；也可以为配电变压器的分相负荷、分相线损等管理提供信息支撑，有效帮助管理人员有针对性发现问题和解决问题，提高配电变压器的利用率，减少线路损耗。

此外，通过确定用户接入配电网的相位，**利用智能电表的海量数据**，可以对用户负荷进行分析以及短、中、长期负荷预测，并将其结果与负荷特性、时间变化加以综合分析，**预测每相负荷变化及其峰值需求，进而为配电规划人员提供诸多判据**，促进合理地配电、用电，降低网损并优化电网规划，尽可能减少和延后电网改造项目，实现电网的经济运行。

**二、国内外研究水平综述**

1.国内研究现状

华北电力科学研究院提出了低压电力线载波技术以及研制载波模块所要用到的关键技术。通过台区用户识别仪可以查清用户是由哪台变压器、哪条线路和哪相供电等信息。它包括主机和手持终端，主机安装在配电变压器三相低压侧，工作人员携手持终端在用户侧开展识别工作。其设计原理就是采用脉冲电流法和FSK电力载波信号法相结合进行台区识别。识别流程如下：首先由手持终端在待识别用户侧发出一脉冲电流信号，主机端脉冲电流检测器检测到此脉冲电流信号后，显示出该信号的相别（据此可判断出该用户属于此变压器的某一相，此方法为脉冲电流法）。同时主机在对应相发出电力载波信号，手持终端若收到此载波信号，说明该用户属于此变压器；若手持终端没有收到此信号则需要查看主机是否收到脉冲电流信号，若收到脉冲电流信号，则说明该用户属于此变压器；若主机没有收到脉冲电流信号则说明此用户不属于该变压器。然而，实际应用中载波信号可能会耦合到其他变压器产生跨台区通信。脉冲电流法需要在变压器出线端安装电流互感器，操作上存在一定安全隐患，且可控制性差。

郑杰等介绍了一种基于载波通信的相位识别方法，利用某一已知相位的相线发送含该相位信息的报文即可，接收端通过接收该报文利用时间差和发送端的相位来识别接收相线的相位。其技术原理是我国的工频交流电(频率 f=50Hz、周期 T=20ms)A、B、C 三相的相位差是 120 度，在时间上，三相交流电信号的正向过零点相差时间为T/3。比如A相正向过零后T/3时间B相正向过零，再过T/3时间C相正向过零，如果工作在B相或C相的设备能够记录A相正向过零时刻与所在相线的接下来第一个过零时刻的间隔，就可以识别所在相线的相位，具体原理如图1所示。

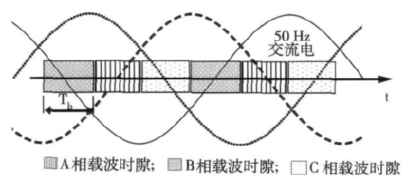


图 1分相载波信号发送示意图

从图1中可知，载波信号是在各相电压过零点附近的一个微分时段内分相发送的，当电表的载波节点接收到载波信号后，也是在该相电压过零点附近的一个微分时段内进行回复的。因此，集中器根据电表回复的时序，就可以确定该电表的实际相位。

天津电力公司电能计量中心采用集中器进行电表相位识别，以动态计算三相分相网损。集中器下行主要采用电力线载波通信方式，载波信号是通过相线传输的，那么当集中器在某个相线上发送载波信号时，只有在该相线上的电表才能回复载波信号。由于集中器本身事先知道各个相位，这样，集中器就能够确定该电表的相位。其载波通信的原理同样是应用分相载波信号。集中器和电表的载波模块包含相线过零检测电路。过零检测电路的功能是把工频交流电的过零点时刻以脉冲的方式告知载波芯片，从而为过零通信及相位判别提供依据。信号由电力线经耦合器、带通滤波器和前级放大器进入载波处理模块，经过处理后，经过功率放大器和耦合器发送至电力线上，完成信号在电力线上的发送和接收。工频同步处理模块，在载波发射端调制发送时，将调制信号与工频信号保持同步，在接收端，按照工频信号进行解调。通过电力载波通信技术确定电表相位具有受可用频谱的限制，并且抗干扰性能稍差的缺点。由于载波信号会在台变或电缆内跨相耦合，使得在某一相加载信息后，其他两相也可以接收到，即“信号串相”问题。只有在耦合很弱的情况下这种分别在三相发送不同相位信息然后直接接收获取的方法才有效。此外，该方式需要增加耦合器、滤波器、集中器等设备，增加了电力监控管理设备的投入成本和电网的运维管理投入。

2.国外研究现状

在国外，BC Hydro公司为了识别用户的台区分配，提出了一种思路，其分析过程是：一是负荷在系统中是变化和相互影响的，如果两个负荷的电气距离越近，它们的电压曲线就越相似，相关度就越高，反之亦然；二是计算耦合点间的耦合电压的相关系数矩阵，通过对相关系数大小的排序来识别智能电表所属的台区。

其中耦合电压的计算公式为，

其中，是智能电表的编号，是智能电表的时变电压，是智能电表的时变电流，是仪表j在服务线所在位置到主要辅助线路的阻抗。其中时变电流可由来确定。

通过分析排序后的相关系数，如果大部分具有较大的相关系数的电表连接到同一变压器上，则认为这些电表属于这个变压器，而电表与相邻变压器具有较大的相关系数，则认为该电表可能存在拓扑错误。

美国电力科学研究院的T.A.Short利用类似的原理，基于同一配电变压器二次侧的用户智能电表电压测量值具有强烈相关性的电气原理，采用线性回归的数学方法，以智能电表的电压值和电量值作为样本数据，实现了对变压器相位的识别，以及变压器与智能电表的电气连接关系和阻抗模型的自动创建。

虽然BC Hydro公司提出未来可以把该算法扩展应用到馈电线下游用户正确相位的预测上，但是不同变压器间二次侧用户智能电表电压测量值的差异性较明显，而同一变压器下用户与用户间智能电表电压测量值的差异性较小，应用相关性分析进行用户相位识别可能存在较大的误差。

此外， Jemena Electrical Network（JEN）公司通过对智能电表采集的时间序列数据采取向量检测技术建立模型进行用户相位识别。

其模型一是在已知三相电压参考值的基础上，通过参照值与电压数据的相关性分析，以确定最高概率相位的连接方式。在相关性分析中，他们应用Pearson相关系数来测量电压参照值数据与其相邻客户在选定时间段内的电压曲线之间的关系。通过检测阈值设定，动态地更新参照值数据，使每个客户都能与其物理距离相近的参照值相比较，以减少电网损耗或数据误差所带来的相位识别误差。根据数理统计相关经验，检测阈值设置为0.8。在不同的采样周期的相位结果可能不同，如果结果的百分比大于其通过率阈值，则选择具有最高频率的相位。其中Pearson相关系数计算公式为



其中是配对数据的数量，是选定时间段，是动态电压参照值数据，是智能电表Y的电压。

其模型二是在没有参考值的情况下，建立统一标准化数据并提取相关属性，使用主成分分析（PCA）将数据集中的变量数减少为三维数，保留最重要的特征，然后使用一定的聚类算法将用户的数据分为三个子集，分别对应相位A、B、C。

这两种模型的优点是不需要额外的设备，通过智能电表所采集的数据可以直接进行用户相位识别，然而这两种方法具有一定的限制：

1）相关性分析的准确性与样本数据的容量相关，当样本容量较小时，相关系数的波动较大，对有些样本相关系数的绝对值易接近于1；当样本容量较大时，相关系数的绝对值容易偏小，数据之间的相关性不明显。此外，相关性分析完全依赖于数据，无法避免干扰数据的影响。

2）主成分分析提取的主成分个数m通常应明显小于原始变量个数p，首先变量降维后的信息量需保持在一个较高水平上，其次主成分的解释含义一般带有模糊性，不像原始变量的含义那么清楚、确切，这往往导致一些原始变量中的一些信息忽略掉。

Arya 根据每户的电能测量数据以及电压器的分布构建0-1整数规划模型，采用分支定界搜索算法求解每个用户的相位。其中整数规划模型的具体表示为：



其中，，表示用户集合，表示测量时刻的集合，表示相位集合，表示用户*i*在时刻*k*的测量值，表示第*j*相在时刻*k*的测量值，表示第*j*相仿真值与实际测量值之间的误差。

该方法对于误差的敏感度较大，必须保证用户智能电表电压测量值的误差不明显，才能较准确的确定用户的相位，因此，该方法具有一定的局限性。

**三、项目的理论和实践依据**

智能电表数据分析是指运用统计分析方法对收集来的大量原始智能电表量测数据进行处理、建模和计算，提取有用信息并形成结论，挖掘其内在关联和深层价值，为电力公司的商业运营、电网规划和运行维护等提供决策支持，使其更具有洞察力的过程与科学。与智能电表数据相关的数学统计分析方法可以归结为以下主要4 类：相关（correlation）分析、聚类（cluster）分析、异常（exception）分析以及趋势分析。

由于目前陕西省的智能电表只记录了用户每天的用电量数据，为识别用户的台区以及相位信息，本研究采用相关性分析的方法。这种分析方法的主要缺点是用户与台区及相位数据相关性值要到达哪一个阈值才算相似的一类用户，根据经验人为设置一个阈值显然不合理。对于相关性分析算法的原理而言，相关性分析的准确性与样本数据的容量相关，当样本容量较小时，相关系数的波动较大，对有些样本相关系数的绝对值易接近于1；当样本容量较大时，相关系数的绝对值容易偏小，数据之间的相关性不明显。此外，相关性分析完全依赖于数据，无法避免干扰数据的影响。在上诉情况下，传统的相关性分析就很难对每个用户进行准确的分类。

考虑到用户数据多，时间跨度长，直接将用户的所有时刻用电量数据与对应的台区数据和相位数据进行相关性分析，相关系数较小，不易区分用户的台区及相位。所以需要对用户的用电量数据进行特征提取，提高相关性分析的准确度。对用户进行特征提取现有的方法主要采用频谱分析和小波分析法，对用户的用电量数据进行处理，提取出高频成分，忽略低频成分，从而保留数据显著变化的特征。使用频谱分析和小波分析后得到的高频特征作为用户相关性算法的输入，可以显著提高用户识别的准确度。下面对离散傅里叶分析及离散小波分析原理进行简单介绍。

1. 离散傅里叶变换

连续时间非周期信号的傅里叶变换对为





用离散傅里叶方法（DFT）计算这一对变换的方法如下：

（1）将在t轴上等间隔（宽度为T）分段，每一段用一个矩形脉冲代替，脉冲的幅度为其起始点的抽样值，然后把所有矩形脉冲的面积相加。由于





则得频谱密度的近似值为



（2）将序列 截断成从开始长度为的有限长序列，包含有N个抽样（即时域取N个样点），则上式成为



由于时域抽样，抽样频率为，则频域产生以为周期的周期延拓，如果频域是限带信号，则可能不产生混叠，成为连续周期频谱序列，频域周期为（即时域的抽样频率）。

（3）为了数值计算，频域上也要离散化（抽样）即在频域的一个周期（）中也分成N段，即取N个样点，每个样点间的间隔为。频域抽样，那么频域的积分式就变成求和式，而时域就得到原已截断的离散时间序列的周期延拓序列，其时域周期为。这时





各参量的关系为



又



则



这样，经过上面三个步骤后，时域、频域都是离散周期的序列，推导如下：

第1，2两步：时域抽样、截断





第3步：频域抽样，得到











这就是从离散傅里叶变换法求连续非周期信号的傅里叶变换的抽样值的方法。

由及的上两个近似式求连续的及的方法，则可分别用频域抽样定理的插值公式和时域抽样定理的插值公式求得。

2.离散小波变换

小波分析是将信号分解为一系列小波函数的叠加，而这些小波函数都是由一个母小波函数经过平移和尺度伸缩得来的。小波分析优于傅立叶分析的地方是，它在时域和频域同时具有良好的局部化性质。而且由于对高频成分采用逐渐精细的时域或频域取样步长，从而可以聚焦到对象的任何细节。

将空间的任意函数在小波基下进行展开，称其为函数的连续小波变换CWT，变换式为：



当小波的容许性条件成立时，其逆变换为：



其中为的容许性条件。

小波变换中最基本的离散化方法就是二进制离散，一般将这种经过离散化的小波及其变换叫做二进小波和二进变换。需要注意的是这里的离散化都是针对连续的尺度因子*a*和连续平移因子*b*的，而不是针对时间*t*的。这儿限制尺度因子*a*总是正数。

（1）尺度与位移的离散化

对连续小波基函数尺度因子和平移因子进行离散化可以得到离散小波变换，从而减少小波变换系数的冗余度。在离散化时通常对尺度因子和平移因子按幂级数进行离散化，即取（为整数，但一般都假定），得到离散小波函数为：



其对应系数为：



（2）二进制小波变换

二进小波变换是一种特殊的离散小波变换，特别地令参数，，则有。该二进尺度分解的原理在二十世纪三十年代由 Littlewood 和 Paley 在数学上进行了研究证明。

离散小波变换为：



离散二进小波变换为：



1. **项目研究内容和实施方案**
2. 项目研究内容
3. 数据获取与处理

a.数据采集

本研究中，用户台区及相位是通过用户用电量与变压器用电量的时间序列来确定的，因此需要获取的数据是一定时间段内用户端智能电表测量值与变压器端测量值。

b.数据清洗

获取智能电表的原始数据后，首先要对数据进行描述性统计分析，比如绘制点图、分布图等，了解数据的基本分布情况，查看哪些数据是不合理的，有无异常点，有无噪音等，并对此进行相应的筛选、修复和处理，以利于下一步的工作。

1) 缺失值处理

由于测量仪表可能会受到现场复杂电磁环境的干扰或者发生机械故障，造成部分区间的测量值缺失或者错误，因而缺失值在实际数据中是不可避免的问题。一般情况下，在缺失值少时可以采取删除缺失值。但考虑到本项目中的数据信息对于结果影响很大，因此应当采取适当的方式予以替代。当数据分布比较均匀，可以采取均值或中位数代替；也可以采取多重插补法、拉格朗日插值法对数据进行分析预测予以代替。

2) 异常值处理

通过统计分析、箱型图等分析，可以找出数据中的“离群点”或者错误数据。对于这些异常值，在本项目中采取同缺失值一样的处理方法即可。

3) 噪音数据处理

由于现场复杂的环境，数据往往掺杂着多种误差，比如线路损耗、变压器端与用户端数据测量时间不同步等。在分析多组数据的基础上，可以选择通过最小化误差向量的L1或L2范数来优化数据，尽可能减小误差。对于随机误差，可以采取统计方法予以处理。

c.数据标准化

在对数据清洗完毕后，需要建立统一标准化数据以供提取属性，可以采取最小最大值标准化、绝对值最大标准化等对数据进行归一化。

d.特征放大

为了进一步方便后续特征提取，需要把数据中的差异、特征进行放大。

1. 用户台区识别

a.构建用户、台区的负荷矩阵

利用用户、台区用电量数据构建用户、变压器的负荷矩阵。假设待识别台区有*s*个，待识别用户总数有*n*个，在一段时间内每个用户有*m*个负荷测量值。因此，变压器以及用户的时间序列集合分别如下：







设表示用户在时刻的负荷值，表示变压器*j*在时刻的负荷值，因此用户、变压器的负荷矩阵如下式表示：

，

 ，

设为用户与台区的从属关系，1表示属于，0表示不不属于。因此，从属关系矩阵如下式所示：



因此，该台区识别问题可以表示为求下式中的最优解。



b.利用傅里叶变换提取高频特征

采用离散傅里叶分析对用户及台区的用电量数据进行高频特征提取，假设b是一个用户用电量的时间序列数据，离散傅里叶变换公式如下：



为频谱公式，其中幅值是，相角为。其中用户的用电量数据的低频分量通常具有相同模式，而高频分量则因用户而异，代表了每个用户的用电习惯。设定一个频率界限，当频率小于时设置幅值为0。然后对用电量数据的剩余频段进行逆离散傅里叶变换，可以得到用电量在时域中的高频分量。



其中，是重构的用户用电量的时间序列数据。

c.利用小波变换提取高频特征

负荷数据高频特征的提取除了傅里叶分析外，也可以采用小波分析，小波分析能很好的处理突变信号以及非稳态信号。小波变换中使用母小波为模板，整个变换通过伸缩和平移这个母小波来得到。在低频域中，母小波被压缩，时域分辨率高，高频域中，母小波被拉伸，频率分辨高。常用的小波基有：Haar小波基、db系列小波基、Biorthogonal (biorNr.Nd)小波系、Coiflet (coifN)小波系、SymletsA (symN)小波系、Molet (morl)小波、Mexican Hat (mexh)小波、Meyer小波等。选择一个合适的小波基是提高原始信号贴合度的关键问题。

通过数据试验确定合适的小波基后，对负荷数据进行小波分解，取其中的高频分量构建用户及台区的高频负荷矩阵。设用户及台区高频负荷矩阵记为和，如下式所示：

d.显著特征点提取

设用户*i*在两相邻时间段*k*和*k*+1的高频负荷变化量为，该变量能反应出用户用电行为的变化量。计算公式如下式：

 ，，

相应地，台区*j*在两相邻时间段*k*和*k*+1的高频负荷变化量可以表示如下：

 ，，

因此，用户及台区负荷的变化矩阵记为和，如下所示：





提取用户及台区高频信号在相同时间间隔的变化量作为特征，在这些特征中识别显著变化的特征点。在相同时间间隔内，如果一个用户在某时刻的负荷变化显著地大于其余用户的负荷变化，就将这个时刻对应的负荷变化值作为该用户负荷的显著特征点。

定义用户*i*在时间段*k*的负荷变化对相位负荷变化的贡献度系数为，定义如下：

 ,

对于某个用户，取全部时间间隔中贡献度系数最大的*g*个点，则用户*i*的显著特征点集合记为。



相应的，对应于用户*i*的各个台区负荷变化量显著特征点集合为,,…,





…



e.相关性分析

采用Pearson相关系数计算用户的负荷变化与各台区负荷变化之间的相关程度，公式如下：



其中，——用户*i*的显著特征点；

——用户*i*在相位*j*的对应时间的显著特征点；

——与的协方差；

——的标准商；

——的标准商

——用户*i*显著特征点的个数；

*index*——显著特征点的标号；

——的平均值；

——的平均值。

为相关系数设置阈值，当用户与某台区的相关系数大于该阈值则认为此用户属于该台区，若大于此阈值的台区数目大于1个，则取相关系数最大的台区。若用户与所有台区的相关系数均小于该阈值，则认为此用户无法判断。

（3）用户相位识别

在识别出用户台区的基础上，分析用户的相位。相位识别方法与台区识别方法类似，首先构造出该台区下用户及三个相位的负荷矩阵，然后利用傅里叶分析与小波分析提取出负荷数据的高频分量。其次，对数据的高频分量进行特征提取，找到用户用电量数据的显著变化特征点。最后，对每个用户提取出的显著变化特征点进行相关性分析，根据求得的相关系数设计相位识别的判断规则，确定用户最终的相位。

（4）结果验证

傅里叶分析及小波分析参数选择不同，并且显著特征点选取的时间间隔条件也不同，因此最终得到的台区和相位结果可能不同，需要对不同处理条件下得到的结果进行最终的评估。如果已知结果的百分比大于其通过率阈值，则选择具有最高频率的台区及相位。其他任何结果记录为未知台区及相位。





通过率由综合评估来确定, 其标准值 = 70〜80％。

我们采用准确率对实际分类结果进行评估，首先通过人工手段对样本用户的真实台区及相位进行测量，然后计算总体样本的准确率，准确率的定义和公式如下。

准确率（Accuracy）衡量的是分类正确的比例。设是第*i*个样本预测类别，是真实类别，在*n*个测试样本上的准确率为



其中是*indicator function*，当预测结果与真实情况完全相符时准确率为1，两者越不相符准确率越低。

1. 项目实施方案
2. 组织机构

以电科院为主成立领导小组、工作组、管控组，以实施团队为主成立业务组、开发组等专业小组，共同组成专项组织机构，明确职责分工：

工作组：审核项目实施方案；审核项目实施工作计划；

管控组：组织项目组进行实施方案编写；审核项目实施方案；制定项目实施主工作计划；审核项目实施分项工作计划；

项目组：负责项目实施方案编写；负责项目实施分项计划及方案制定；

业务部门：参与项目实施方案及分项方案评审；

1. 前期准备
2. 明确项目工作目标

领导小组和实施团队明确工作目标，确定项目负责人，建立沟通机制，初步规划项目的实施步骤；

1. 确定项目实施所需的设备

根据项目的工作目标，制定分项任务，明确每项任务所需的办公场地、办公设备、网络环境、测试及试验平台。

1. 明确项目工作里程碑计划

在进行初步调研的基础上，组织梳理业务需求，熟悉软硬件准备情况，初步明确项目建设的内容和范围，制定项目里程碑计划。

1. 实施重点
2. 数据预处理

本项目的相关研究内容在国内还没有相似的技术可供参考，国外的相关研究也相对较少而且不一定适合我国电力现状，在电力行业用户台区识别及相位识别还没有相关应用。在应用智能电表大数据进行相位分析前，需要对数据分析特点、建立统一化标准进行预处理，以减少噪音数据，提高数据的利用率。

1. 模型构建和调参

本项目采用频谱分析和小波分析对用户负荷数据进行高频特征提取，相关模型的确定和调参是项目的事实难点之一。不同的模型参数和提取方法，得出的结果可能差异很大。例如，模型对特征比较明显的用户效果可能很好，但对处于边缘和界限附近等特征并不明显的用户效果可能很差，不能识别和分类，甚至分错。因此，必须根据所采数据的实际情况，设计合理的模型及参数，不断对模型精细微调、逐步优化，才能得出更好的识别效果。

1. 实施步骤
2. 用户台区识别及相位识别的理论研究
3. 智能电表大数据的预处理
4. 通过频谱分析和小波分析提取高频特征及调参
5. 设计及分析高频特征中的显著特征点
6. 真实数据测试并验证
7. 撰写相关报告

**五、经济性与财务合规性**

编写要求：小四仿宋\_GB2312（下同）

通过本项目的研究和成果推广，可以实时监测终端的在线情况、各相线的用电情况，对三相负荷的不平衡度进行预警，对电网技术状况进行监控，提高供电的可靠性、安全性，提高配电变压器的利用率，减少线路损耗。

本项目的研究内容在国内外还没有相似的技术可供参看，市场中也没有类似的产品，所以相关理论需要自主研究，相关模型需要进行自主设计，相关算法需要自主进行研发。本项目的总体报价为98万左右，其中包括研究人员的人工费、业务费、外协测试费等。且本项目研究内容多，理论难度高，算法难度大，软件开发和数据测试的工作量也很大，很多研究和应用在国内都是空白，对研究人员和开发人员有很高的学术背景要求，对应的研究和开发人员成本也很高，项目相关预算比公开市场的劳务费和软件开发费明细低。考虑到项目的难度，需要和国内外专家进行多次学术交流，完善对项目的理论支持，并且在项目后期需要发表相应的文章和专利，因此预算中还包含了相应的差旅费、专利和知识产权事务费、资料费、会议费等科目。

按照《[国家电网公司项目可研经济性与财务合规性评价指导意见](javascript:openAttachment(%22国家电网公司项目可研经济性与财务合规性评价指导意见（修订版）.doc%22))》（国家电网财〔2015〕536号）要求，对项目的经济性与财务合规性进行分析。

**将项目支出与类似项目成本进行比较分析，差异应在合理范围之内。通过获取类似研发成果的公开市场价值，与研发投入成本进行比较，判断自行研发或直接市场购买相对经济性。**

**六、预期目标和成果形式**

编写要求：小四仿宋\_GB2312（下同）

预期目标1：结合陕西省电力低压配电网的实际情况，建立低压用户配电的电网模型，对频谱分析、小波分析以及其他数据挖掘的算法进行研究，提取出用户负荷显著变化的特征点，并形成相关的研究报告。

预期目标2：形成智能电表大数据的规范，包括智能电表数据的数据清洗，处理缺失值、异常值和噪音数据，对数据进行标准化，数据特征放大等规范。

预期目标3：开发基于数据挖掘算法的电力用户台区及相位识别软件原型，实现电表数据输入、数据训练、数据测试、参数调整、用户聚类等功能。

预期目标4：根据用户台区及相位识别的结果，对实测低压配电网的技术状况进行分析，对电网三相负载的不平衡进行预警，并形成相关的研究报告。

2、本项目预期的成果形式包括：

（1）研究报告：（包括但不限于以下清单）：

《电力用户台区及相位识别理论和计算模型研究报告》

《智能电表采集数据的大数据应用规范》

《低压配电网三相负载不平衡预警研究报告》

（2）软件原型：

基于用电量的台区及相位识别数据挖掘软件原型

（3）其它预期成果：

拟申请发明专利2项，投稿研究论文3篇。

**七、合作单位或依托工程单位落实情况**

编写要求：小四仿宋\_GB2312（下同）

1. 如需同其他单位进行合作，说明合作单位的落实情况，并出具合作单位承诺进行合作的证明文件；
2. 如需结合依托工程进行试点研究，说明依托工程及其与本项目结合的情况，出具依托工程单位承诺提供相关条件的证明文件。

**八、项目承担单位的条件**

1. **项目负责人**

郭彦军，国网陕西省电力公司专责。

1. **项目研究人员**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **姓名** | **年龄** | **职称** | **专业** | **本项目中分工** | **投入项目工作总月数** | **工作单位** |
| 1 | 岳红权 | 45 | 高工 | 电力系统自动化 | 总负责，负责项目总体策划部署。 | 12 | 国网陕西省电力公司 |
| 2 | 胡长青 | 52 | 高工 | 电力系统自动化 | 负责信息技术整体应用，方案审核和相关策划工作。 | 12 | 国网陕西省电力公司 |
| 3 | 赵永柱 | 43 | 高工 | 信息化 | 负责信息技术整体应用，方案审核和相关策划工作。 | 12 | 国网陕西省电力公司 |
| 4 | 孔哲峰 | 46 | 高工 | 仪器检测 | 负责项目方案审查和指导 | 12 | 国网陕西省电力公司 |
| 5 | 任晓龙 | 42 | 高工 | 信息化 | 负责项目方案审查和指导 | 12 | 国网陕西省电力公司 |
| 6 | 戴光 | 39 | 高工 | 信息化 | 负责项目方案制定 | 12 | 国网陕西省电力公司 |
| 7 | 李炜东 | 56 | 高工 | 自动控制 | 负责项目方案制定和数据收集 | 12 | 国网陕西省电力公司 |
| 8 | 郭彦军 | 50 | 高工 | 电气技术 | 负责项目方案制定 | 12 | 国网陕西省电力公司 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

1. **实验室条件**
2. **理论研究环境**

项目负责人及主要参与人员在用电信息采集系统中的采集主站、采集终端、通信单元、智能电表等各个环节具备较高的管理水平、较强的分析能力，可确保该项目能圆满完成。

**九、项目的进度安排**

| 序号 | 时间段 | 内 容 |
| --- | --- | --- |
|  | 2018.1-2018.2 | 用户台区及相位识别的理论研究 |
|  | 2018.1-2018.3 | 用户台区及相位识别的模型搭建 |
|  | 2018.4-2018.9 | 数据的预处理、训练数据及调参 |
|  | 2018.11-2018.12 | 数据测试并验证、撰写报告 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**十、项目经费预算**

**单位：万元**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **科目名称** | **预算金额** | **甲方** | **乙方** | **备 注** |
| **（一）直接费** |  |  |  |  |
| 1.人工费 |  |  |  |  |
| (1)专职研究人员费 | 20 |  |  |  |
| (2)临时性研究人员费 | 5 |  |  |  |
| 2.设备费 |  |  |  |  |
| (1)仪器设备使用费 | 3 |  |  | 附件1 |
| (2)软件使用费 |  |  |  |  |
| 3.业务费 |  |  |  |  |
| (1)材料费 | 4 |  |  | 附件2 |
| (2)资料费 | 2 |  |  |  |
| (3)印刷出版费 |  |  |  |  |
| (4)专利与知识产权事务费 | 5 |  |  |  |
| (5)会议费 | 5 |  |  |  |
| (6)差旅费 | 5 |  |  |  |
| (7)培训费 | 5 |  |  |  |
| 4.场地使用费 |  |  |  |  |
| (1)场地物业费 |  |  |  |  |
| (2)场地使用租金 |  |  |  |  |
| 5.专家咨询费 | 5 |  |  |  |
| **（二）间接费** | 9 |  |  |  |
| **（三）外委支出费** |  |  |  |  |
| 1.外委研究支出费 | 10 |  |  | 附件3 |
| 2.仪器设备租赁费 |  |  |  |  |
| 3.外协测试试验与加工费 | 20 |  |  | 附件4 |
| **（四）税金** | 6% |  |  |  |
| **合 计** | **98** |  |  |  |

**十一、有关证明文件**

1. 承担单位科技项目主管部门对项目的评价意见
2. 合作单位和依托工程单位对项目的评价意见

编写要求：四号仿宋\_GB2312（下同）

1. 各承担单位科技项目主管部门对项目的评价意见及盖章；
2. 依托工程单位对项目的评价意见及盖章；

**十二、申请单位领导审查意见**

|  |
| --- |
| 编写要求：四号仿宋\_GB2312（下同）  对经费预算是否合理；有无其他经费来源；能否偿还贷款；能否保证研究计划实施所需的人力；工作时间等基本条件提出具体意见。 |
| 单位领导（签字）  单 位（公章）  年 月 日 |

**附件1 仪器设备使用费预算明细表**

**单位：万元**

| **序号** | **仪器设备名称** | **型号** | **固定资产原值** | **固定资产编号** | **使用**  **年限** | **折旧费** | **大修**  **理费** | **安装及拆卸费** | **场外**  **运费** | **操作**  **人员**  **人工费** | **燃料**  **动力费** | **养路费及**  **车船税** | **费用**  **合计** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **单价10万元以上合计** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **单价10万元以下** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **累计** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**附件2 材料费预算明细表**

**单位：万元**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **材料名称** | **规格或型号** | **计量**  **单位** | **单 价（万元/单位数量）** | **数量** | **材料**  **原价** | **包装费** | **运杂费** | **采购及保管费** | **材料**  **费用** | **经费**  **列支** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **大宗或贵重材料合计** | | --- | --- | --- | --- |  |  |  |  |  | --- |
| **其他材料** | | --- | --- | --- | --- |  |  |  |  |  | --- |
| **累 计** | | --- | --- | --- | --- |  |  |  |  |  | --- |

注：1.材料费用应包括：材料原价、包装费、运杂费、采购及保管费等内容。

2.材料原价=单价\*数量。

3. 经费列支：注明经费来源为甲方拨款或乙方自筹。

**附件3 外委研究支出预算明细表**

**单位：万元**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **协作研究任务名称** | **协作研究任务内容** | **协作研究任务承担单位** | **费用** | **经费**  **列支** |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **累 计** | | | |  | --- |

注：经费列支：注明经费来源为甲方拨款或乙方自筹。 **附件4 外协测试试验与加工费预算明细表**

**单位：万元**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **外协测试试验**  **与加工的内容** | **外协测试试验**  **与加工单位** | **计量**  **单位** | **单价（万元/单位数量）** | **外协测试试验**  **与加工费用** | **经费**  **列支** |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **累 计** | | | | |  | --- |

注：经费列支：注明经费来源为甲方拨款或乙方自筹。