

一种基于数字价值电网的多维价值评价体系研究

任腾云¹ 李林² 王鹏² 陈刚²

(1.国网江苏省电力有限公司 江苏 南京 210024;

2.江苏电力信息技术有限公司 江苏 南京 210024)

摘要: 网状经济中最小单元价值贡献精准量化评价一直是困扰电网企业的一道难题。针对该问题,本文提出了一种基于数字价值电网的多维价值评价体系:依托于国网江苏省电力有限公司企业数据中台,通过贯通各业务系统信息链路,在“电网一张图”的基础上还原出电网月度能流拓扑结构图;然后采用产品成本计算分步法的思想,先将当期全口径生产成本归集到电网能流拓扑路径的各节点上,再根据电网能流拓扑的电能流向,将各节点的成本分步结转直至末级的终端客户,再结合客户发行信息,将收入、成本在单个客户上的合理匹配,实现“每一个客户”投入产出精准画像的刻画。进一步以每个客户价值信息,根据月度能流拓扑和组织关系反向汇聚,洞察“组织”的经营质效和“设备”的产出效率,实现网状经济中的组织层、设备层、客户层最小单元的价值贡献精准量化评价,为公司精益管理奠定坚实基础。

关键词: 电网能流拓扑;成本分步结转;电网一张图;客户画像;数字化转型

文章编号: 2096-4633(2022)11-0085-08 **中图分类号:** F224 **文献标志码:** A

DOI: 10.19317/j.cnki.1008-083x.2022.11.010

以数字化经济为代表的新一轮技术革命已经成为世界各国角逐的战场。为促进电网企业数字化转型,国家电网有限公司开展了多维精益管理变革,将精益管理下沉至电网最小经营单元,实现全要素价值凝聚,这对其他企业精益化管理^[1-5]和数字化转型也有着重要的研究价值^[6,7]。

基于电力网络的物理特性,当前电网企业的成本投入分散在从特高压到终端客户的各电压等级网络上,但所有销售收入均来自网络末端的客户。当前电网企业收入成本核算主要是以市县公司为主体算统账,无法按照最小单元算细账,企业对单个客户的投入算不出,单台设备和单个项目的产出算不准,末级组织的效益贡献算不清是始终困扰着电网企业的一个管理难题。

依托国家电网公司多维精益管理变革建设成果,本文以价值创造为目标,通过构建价值评价模型,将全口径成本费用合理归集至终端用电客户,再结合客户的电费发行信息,实现收入、成本在单个用电客户上的精准匹配。通过建立价值回溯流程路径,进一步将客户价值反向归集到设备和组织,突破性

地实现各层级资产组合、运营组织和电网客户投入产出的科学匹配、计量、反映,形成了以“客户一本账”“组织一本账”“设备一本账”的三本账为载体的全级次、可分层、可拓展的投入产出评价体系,对公司经营活动进行多视角、多属性的数字化描述和洞察分析,充分释放数据要素的倍增效应,驱动经营机制转变。

1 构建数字孪生电网能流拓扑

为了保证电网供电质量,电网公司需不间断调度来维护发电和供电稳定平衡、削峰以及压负荷^[8,9],这就导致了电网能流十分复杂,时时刻刻都在不断地变化。如图1所示,本文探究的是电网月度能流拓扑,即当月全口径全电能类别的电能量从电厂上网后经自高到底电压等级的输配电网,直至各终端的用电客户的月度绝对流向路径拓扑路径,其囊括发、输、变、配、用所有环节^[10]。进一步抽象,电网月度能流本质上是一张有向图,输电线路、变电站、用电客户等是有向图的顶点,各顶点间的关口电量为有向边的权值。

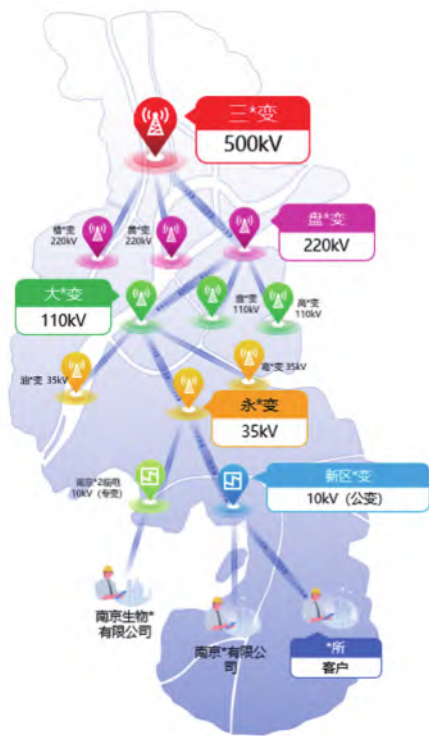


图 1 电网月度能流拓扑图

Fig.1 Monthly energy flow topology of power grid

依托于国网江苏省电力有限公司(以下简称江苏公司)企业数据中台,本文贯通了同期线损系统、营销、用采、PMS、SAP、财务管控等 9 个信息系统,通过有效整合分散在各专业、各环节的设备、资产、项目、工单、电量、计量、财务等各类信息,涉及数据量达 342 亿多条(如图 2 所示),在物理电网基础上,构建起包括主网侧的输电线路和变电站、配网侧的大馈线和配变、终端客户的电网物理架构拓扑,再根据各关口计量采集到的月度电量信息,镜像还原出月度数字孪生电网能流拓扑结构图。



图 2 模型数据来源图

Fig.2 Sources of model data

1.1 还原电网月度能流有向图

一个有向图 D 是一个有序三元组 $(V(D), A(D), \psi(D))$, 其中 $V(D)$ 代表图的非空顶点(或简称点)集合; $A(D)$ 代表图的不与 $V(D)$ 相交的弧(或称为有向边)集合, $A(D)$ 中的每一个元素对应于 $B(D)$ 中的一个有序元素对, $\psi(D)$ 是图的关联函数^[11], 记录了包含弧的权值信息, 即有序元素对之间的量化值。

1) 顶点集 $V(D)$

顶点集 $V(D)$ 信息包括主数据和交易数据两类, 其中主数据信息包括变电站、输电线路、大馈线(中压线路)、配电变压器、用电客户等主数据; 交易数据包括当月的资产原值、资产净值、运行容量、负载等信息。

2) 弧集 $A(D)$ 和权集 $\psi(D)$

在确定顶点后, 顶点之间弧的权值是通过计量设备采集确定的。根据表计的安装位置不同, 其权值计算方式如下:

$$W = \pm(Q_{正} + Q_{正追补} - Q_{反} - Q_{反追补}) \quad (1)$$

其中根据表计安装的正反方向不同, 对应的权值取正或负^[12]。

1.2 月度环状拉手互供现象电量处理

电网实时能流是“闭环设计, 开环运行”^[13]。在以月度作为期间进行分析时, 则会存在某个节点供电是在当月的一些时段是正向, 一些时段是反向的环状拉手互供现象。在后续成本传导时这段环路会造成成本往复传导的死循环状态, 所以在构建电网月度能流有向图时需要对这部分信息通过以下方式进行处理:

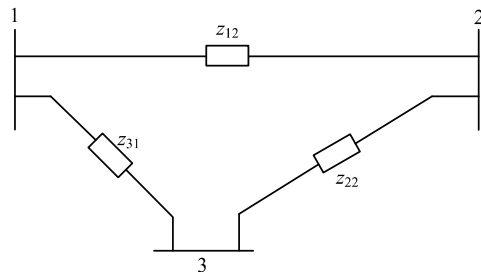


图 3 简化的环路示意图

Fig.3 Simplified loop

如图 3 所示, 最简单的环式网络只包含一个环路。将环状拉手互供电路简化为只剩一个线路阻抗支路的电路^[14]。运用近似的方法从功率 \bar{S} 求取相应的电流 i , 即设电流 i 正比例于复功率的共轭值

\dot{S}^* 或 $I = \dot{S}^*/U_N$ 。设图 3 中节点 2、3 的运算负荷 \bar{S}_2, \bar{S}_3 已知 根据回路方程式

$$0 = z_{12} \dot{I}_a + z_{23} (\dot{I}_a + \dot{I}_2) + z_{31} (\dot{I}_a + \dot{I}_2 + \dot{I}_3)$$

可得

$$z_{12} \dot{S}_a^* + z_{23} (\dot{S}_a^* - \dot{S}_2^*) + z_{31} (\dot{S}_a^* - \dot{S}_2^* - \dot{S}_3^*) = 0 \quad (2)$$

式中的 \dot{S}_a^* 就是与 \dot{I}_a 相对应的、流经阻抗 z_{12} 的功率。

$$\bar{S}_a = \frac{(z_{23}^* + z_{31}^*) \bar{S}_2 + z_{31}^* \bar{S}_3}{z_{12}^* + z_{23}^* + z_{31}^*} \quad (3)$$

同理可以求出流经阻抗 z_{31} 的功率 \bar{S}_b 。设图中节点 2、3 与节点 1 之间的总阻抗分别为 Z'_2, Z'_3 ; 与节点 1 之间的总阻抗分别为 Z_2, Z_3 ; 环网的总阻抗为 Z_Σ l_m, l'_m, l_Σ 分别为与 Z_m, Z'_m, Z_Σ 相对应的线路长度 进一步可以推导出环网各线段中流通的功率:

$$\left. \begin{aligned} P_a &= \frac{\sum P_m l_m}{l_\Sigma}; P_b = \frac{\sum P_m l'_m}{l_\Sigma} \\ Q_a &= \frac{\sum Q_m l_m}{l_\Sigma}; Q_b = \frac{\sum Q_m l'_m}{l_\Sigma} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

在求得环形网络中功率分布后,还必须计算网络中各线段的电压降落和功率损耗,方能获得潮流分布计算的最终结果。因求得网络中功率分布后,就可确定其功率分点以及流向功率分点的功率。由于功率分点总是网络中最低电压点,可在该点将环网解开,即将环形网络看作为两个辐射形网络,由功率分点开始,分别从其两侧逐段向电源端推算电压降落和功率损耗。这时运用的计算公式与计算辐射形网络时完全相同。

针对环网的精确计算依赖于全面完整的电网信息采集,在信息不全的情况下难以实施。根据项目实际条件和需求,在已知关口电量的条件下,假设电量与功率成比例,提出如图 4 所示的电量分解方案:首先寻求 S_{ab}, S_{bc}, S_{ca} 的最小值进而将其转化为仅含有循环分量和不含循环分量的叠加,循环分量部分与 ABC 三个节点所连接的负载均相关,不含循环分量的部分可按照无循环功率的情形进一步分析。将该思路迁移到已知关口电量条件的情形下,使用不含循环分量作为电网能流自顶向下流转的依据。

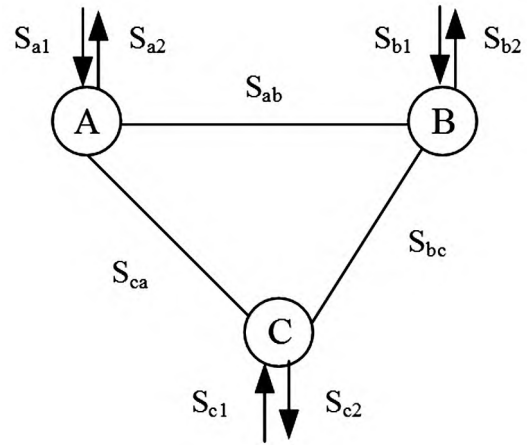


图 4 含功率循环的示意图

Fig.4 Schematic diagram with power cycle

1.3 打包现象电量计算模型

在以月度作为统计口径的期间内,电网拓扑常有切换变动,如电网负荷切割、转供等情况都会使得电网连接方式发生变更。由于计量装置不够精细,当前是通过打包的方式将切改的两条(或多条)线路作为一个整体进行统计分析,这就造成在打包线路上级节点成本向下级节点分摊传导时分摊电量比例无法算清,如图 5 所示不能分清电站 A 分别向台区 C 和台区 D 各自供应了多少电量。

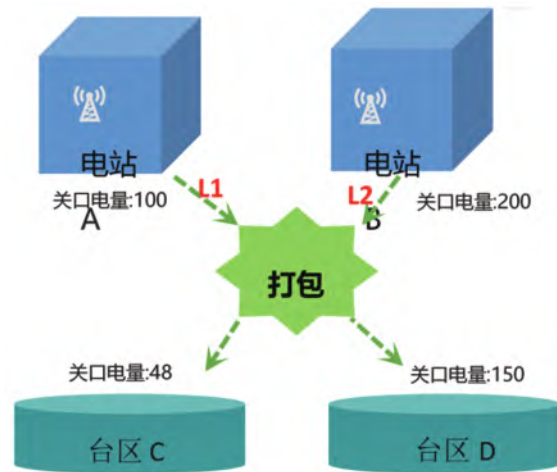


图 5 打包现象示意图

Fig.5 Schematic diagram of packing phenomenon

对于打包现象,考虑建立通用型的多输入多输出模型,如图 6 所示为网络结构示意图。包含 n 条注入母线(对应多个电源供电情形),含有多个负载及一个公共节点。其中每条母线潮流为

$$S_i = P_{si} + jQ_{si} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

线路阻抗为

$Z_i = R_i + jX_i (i = 1, 2, \dots, n)$,
第 k 个输出功率表示为 $T_k = P_{ik} + jQ_{ik}$ 。

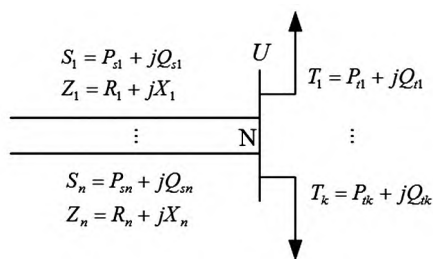


图 6 打包线路情形网络结构示意图

Fig.6 The network structure of the packaged line

采用比例分配原则将该网络拆分为 n 个由单母线组成的网络结构。在仅已知端口电量的条件下,本项目提出针对打包情形的电量分摊方案如下: 设各电源端口输出电量表示为 A_i , 各负载端电量表示为 B_k , 则第 k 个负载从第 i 个电源获取的电量表示为:

$$W_{ki} = B_k \times \frac{A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (5)$$

2 构建客户成本反映模型

2.1 成本分类

根据业务类型的不同,设置不同的成本类别,对全量成本进行区分,可将电网企业成本分为购电成本、输配电成本,其中输配电成本分为资产折旧成本、租赁折旧成本、人工成本、项目化管理的费用、非项目化管理的费用五大类。

在多维精益管理体系下,各类成本都被赋予“业务活动”标签^[15]。业务活动包括检修、运行、营销、运营支持和企业管理共 5 个大类。其中,检修活动又细分为输电运检、变电运维、变电检修、配电运检、通信设备运检、运检综合管理 6 个细类;营销活动又细分为电能计量、供电服务、智能用电、用电营业、市场与能效、营销综合管理 6 个细类。不同的业务活动标签,代表着不同的业务特性和成本驱动因素,为各类成本传导与分担方法的梳理提供了脉络。

在财务多维精益管理体系建设的成果下,已经形成了将财务信息与业务信息有效融合的多维凭证宽表,宽表记录着包括科目、维度、过账金额等经济活动的过账信息,以及包括项目、维修工单、设备、成本中心等成本对象信息等,这些信息为下一步成本的归集和分摊提供了支撑。

如图 7 所示,分层汇集当期江苏公司的省公司

本部、各市县供电公司、各类支撑主体的全级次成本,完整汇集人工、购电、折旧、费用等全口径成本。依据业务活动属性,科学划分两类成本:能流拓扑相关成本,即检修、运行类活动成本;能流拓扑不相关成本,即营销、运营支持和企业管理活动成本。

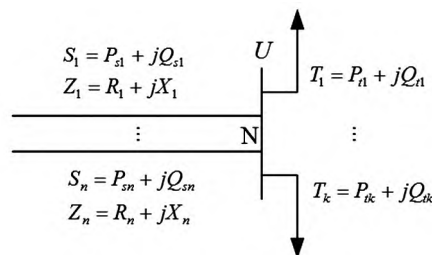


图 7 全级次成本分类示意图

Fig.7 Full-level cost classification

2.2 能流拓扑节点相关成本归集分摊

参照成本分步结转思想^[16],将能流拓扑节点相关成本归集分摊划分为以下两个步骤:首先根据成本的受益线站等对象的不同,将成本归集到能流拓扑的相关节点上;再根据月度能流拓扑中的电能流向,将各节点的成本分步结转直至末级的终端客户。

基于多维凭证宽表,根据成本对象以及业务活动等信息,可以将相关成本直接归集到拓扑节点。具体方式如下。

- 1) 购电成本:根据能流各节点损耗(线损、变损、台区损耗)和终端客户的售电量信息归集至能流拓扑各节点上;
- 2) 折旧成本:根据资产名字账中的账卡物关联关系,将每个资产的折旧成本归集到资产所属的能流拓扑各节点上;
- 3) 项目成本:根据项目立项时储备项目修理对象以及维修工单中记录的修理的对象等信息,将项目成本归集到能流拓扑各节点上;
- 4) 人工成本/非项目化成本:根据多维宽表中成本中心所管辖的线站等信息将相关成本归集至能流拓扑各节点。

对于不能通过以上方式进行分摊归集的,通过宽表中的业务活动的不同在本利润中心范围内进行分摊,其中输电运检、配电运检类成本分摊至范围内的输(配)电线路上;变电运维、变电检修类成本分摊至范围内的变电站上;通信运检类成本分摊至范围内的变电站上;运检综合管理、运行类成本分摊至范围内的输电线路、配电线路及变电站上(其

中超高压公司的成本在全省 500kV 及以上的拓扑节点中分摊)。

如图 1 所示 根据电网能流的方向 将拓扑节点上的各类成本逐层分摊 直至终端的用电客户。假设电能从上网到客户 m 层级的传输过程 确定每一层有 n 个传输节点 即成本分摊节点 包括输电线路、变电站、配电线路、配电变压器等^[17] 成本传导步骤如下。

1) 设定成本分摊系数

测算各类活动成本在第 i 层的第 j 个分摊节点的成本分摊系数 $\frac{D_{ij}}{\sum_{j=1}^n D_{ij}}$ 即第 i 层的第 j 个分摊节点每类活动成本的成本动因数量占第 i 层该类成本动因总数量的比值。

2) 成本逐层传导

在成本传导过程中的第 1 层级 计算第 1 层所有分摊节点待分摊的某类活动成本之和 $\sum_{j=1}^n C'_{1j}$ 按照每个分摊节点在第 1 层的成本分摊系数 分摊某类活动成本 $\sum_{j=1}^n C_{1j}$; 将上一步骤分摊的某类活动成本 $\sum_{j=1}^n C_{1j}$ 转入第 2 层级 与第 2 层所有分摊节点待分摊的某类活动成本 $\sum_{j=1}^n C'_{2j}$ 相加 按照第 2 层的成本分摊系数进行分摊 直至最终分摊到客户层 m 完成全级次分摊; 因此 电力流拓扑网络中第 i 层的第 j 个分摊节点所分摊到的某类活动成本 C_{ij} 的分摊公式如下:

$$C_{ij} = \left(\sum_{j=1}^n C_{i-1j} + \sum_{j=1}^n C'_{ij} \right) \times \frac{D_{ij}}{\sum_{j=1}^n D_{ij}} \quad j = 1, \dots, m \quad (6)$$

其中 $\sum_{j=1}^n C_{i-1j}$ 表示第 $i-1$ 层所有分摊节点所分摊到的某类活动成本之和 即第 $i-1$ 层的某类活动成本; $\sum_{j=1}^n C'_{ij}$ 表示第 i 层所有分摊节点待分摊的某类活动成本之和 即第 i 层的某类活动成本。

2.3 能流拓扑节点不相关成本归集分摊

对于业务活动为营销类、运营支出类、企业管理类的成本 无法直接归集到能流拓扑节点上 直接分

摊至终端的用电客户中 分摊步骤如下所示。

1) 成本汇总

直接汇总待分摊的某类活动成本之和 $\sum_{k=1}^m C_k$;

2) 设定分摊系数

测算各类型活动成本的成本分摊系数 $\frac{D_{jh}}{\sum_{j=1}^n D_{jh}}$,

即第 j 个客户的第 h 类活动成本的成本动因数量占该类成本动因总数量的比值。

3) 成本分摊

按照成本分摊系数 计算电力流拓扑网络中客户端的第 j 个客户所分摊到的第 h 类活动成本 C_{jh} 公式如下:

$$C_{jh} = \sum_{k=1}^m C_k \times \frac{D_{jh}}{\sum_{j=1}^n D_{jh}} \quad (7)$$

2.4 末级终端客户成本

将 5 大类活动成本最终分摊到用电客户。计算某一会计期末时点 每个客户的实际用电成本 C_j 和客户层级的全部用电成本 C 。其中 C_j 表示电力流拓扑网络中客户端的第 j 个客户所分摊到所有活动成本之和。具体公式为:

$$\begin{cases} C_j = \sum_{h=1}^5 C_{jh} \\ C = \sum_{j=1}^n C_j \end{cases} \quad (8)$$

3 聚焦价值投入产出三本账型

在精准匹配每一个终端客户的成本投入和电费收入。建立价值回溯流程路径 进一步将客户价值反向归集到设备和组织 突破性地实现各层级资产组合、运营组织和电网客户投入产出的科学匹配、计量、反映 形成了以“三本账”为载体的全级次、可分层、可拓展的投入产出评价体系。

1) 建立客户投入产出账

利用价值传导模型 科学计算每一个客户的成本投入 结合每一个客户的电费发行等收入 实现居民客户按台区、其他客户按户的价值精准反映。

2) 建立设备(组合)投入产出账

结合户变关系、配台关系、线站关系等信息 将客户投入产出值逆拓扑关系反向聚合 从终端客户

末级节点出发,以台区(配变)、中压线路、变电站等电网节点汇聚成本、收入信息,实现对不同设备和设备组合的价值精准反映。

3) 建立组织投入产出账

结合资产与设备主人、资产与组织对应关系等信息,将客户投入产出和设备投入产出进一步聚合,实现对供电所、工区、班组等价值创造的最小经营单元的价值精准反映。

4 价值评价场景应用

1) 电网企业价值地图构建

通过本方案,将购电成本、输配电成本归集传导至每一个客户,有效衡量客户投入产出值;再结合丰富的客户属性信息,从用户类别、电压等级、负荷特性、用电区域、行业属性等多个角度进行分类统计,全面揭示电价交叉补贴状况^[18],为深化电价政策研究、积极推动国家完善交叉补贴机制、争取合理的各电压等级输配电价、保障电网可持续发展、辅助政府制定产业政策等提供数据支撑。

2) 全环节内模市场应用

作为基层供电业务单元的市县级供电公司及各供电所,不考虑上级电网输配电成本的传导,导致成本效益计算不完整。利用客户价值传导模型,精益计算客户投入产出,根据营销系统客户、台区、供电所等电费发行单元与利润中心的对应关系,逐级汇聚得到供电所及市县供电公司的模拟利润,再结合电量、人数、资产规模等统计数据,考察模拟利润的贡献占比和单位模拟利润的增减变化。同类模拟市场主体间,横向对比各电压等级上的投入产出水平和各类业务活动的投入质效,揭示市场主体运营效率,为各级内部模拟市场运行评价提供智能高效的解决方案^[19]。

3) 台区运维质效评价

台区作为公司基础服务单元,是公司面对广大客户的重要媒介,台区质效情况直接影响公司社会形象。通过本方案实现台区质效评价,分别从量、价、费、损四个维度,对不同台区质效开展评价。其中,“量”主要指考核期内台区停电时长变化情况。“价”主要指考核期内台区平均售电单价增减变化情况。“费”主要指考核期内台区电费回收率以及电费回收周期情况。“损”主要指考核期内台区线损变化情况。台区运维质效评价对台区经理业绩考

核提供数据支撑,激发广大台区经理工作热情,助力公司提质增效^[20]。

4) 电网投资经济性评价

电网网状运行模式下,资产投入产出计量困难,区域电网投资规划缺乏经济性指引。将客户价值传导模型输出的客户投入产出数据,按户变关系、站线关系等拓扑信息,逐级逆向汇聚到台区及各级变电站资产节点,自下而上计算各电压等级资产组的投入产出。对多期间的投入产出值进行排序比较,有效识别投资超前(或滞后)的情况,为区域电网投资规划提供经济信号参考。以同类客户的效益对比为切入点,逆向追溯、对比解析各电压等级的本级成本和上级传导成本,为细化分析各生产环节的投资效能提供支撑。对传导阻滞节点进行细化分析,揭示资产低效或过度储备输变电能力等问题^[21-24]。

5) 电网资产全寿命周期投入产出评价

通过本方案,能够测算目标电网资产全寿命周期各阶段及累计的投入产出值,计算单位电量、单位容量、单位资产的投入产出水平;跨区域、跨单位对比同类资产组的历史各期及累计投入产出值,分析差异原因,识别价值创造优势环节和薄弱环节,针对性地提出管理建议,持续驱动业务改进提升^[25-26]。

5 结论

本文积极落实国网公司的战略思维、全局视角和发展眼光,科学构建和全面应用数字化多维价值评价体系,创造性地构建了数字孪生电网能流,并以此为基础创新构建客户价值数据图谱。通过本项目实施,进一步推动各单位持续丰富拓展业务应用场景,唤醒海量“沉睡”数据资源,挖掘公司数据富矿,释放数据价值,为企业数字化转型发展奠定坚实基础^[27]。

参考文献:

- [1] 郑琛,李经彩,孙英阁,等.国家电网多维精益管理变革的探索与实践[J].财务与会计,2021,(23):17-19.
ZHENG Chen,LI Jingcai,SUN Yingge,et al.Exploration and practice of multi-dimensional lean management reform of State Grid [J].Finance & Accounting,2021,(23):17-19.
- [2] CHIU W Y,HSIEH J T,CHEN C M.Pareto optimal demand response based on energy costs and load factor in smart grid [J].IEEE Transactions on Industrial Informatics,2020,16(03):1811-1822.
- [3] GAO Jie,CHEN Jiajia,CAI Ying,et al.A two-stage microgrid cost optimization considering distribution network loss and voltage

- deviation [J].Energy Reports 2020 6(02) : 263-267.
- [4] 姚丹靖, 褚燕. 基于大数据分析的电力客户多维价值识别精准营销投入产出模型研究[J]. 电力大数据, 2020, 23(06) : 57-62.
YAO Danjing, CHU Yan. Research on multi-dimensional value recognition and precision marketing input-output model of power users based on big data analysis [J]. Power Systems and Big Data 2020 23(06) : 57-62.
- [5] SAHBASADAT R. Cost reduction in microgrid using demand response program of loads and uncertainty modeling with point estimation method [J]. International Transactions on Electrical Energy Systems, 2020 30(04) : 12299.
- [6] 王小鹏, 阴斯怡. 国家电网多维精益管理会计的案例研究[J]. 会计之友 2020 (17) : 60-64.
WANG Xiaopeng, YIN Siyi. A case study of State Grid's multi-dimensional lean management accounting [J]. Friends of Accounting 2020 (17) : 60-64.
- [7] Belay A M, PURANIK S, GALLARTFERNÁNDEZ R, et al. Developing novel technologies and services for intelligent low voltage electricity grids: cost-benefit analysis and policy implications [J]. Energies 2021, 15(01) : 94-94.
- [8] 唐鹤, 陈锦荣. 考虑线路运行状态的智能电网调度自适应控制研究[J]. 电网与清洁能源 2022 38(01) : 82-88.
TANG He, CHEN Jinrong. A study on the self-adaptive control of smart grid dispatching considering line operating status [J]. Power System and Clean Energy 2022 38(01) : 82-88.
- [9] 周二专, 张思远, 石辉, 等. 复杂大电网数字孪生构建技术及其在调度运行中的应用[J]. 电力信息与通信技术, 2022, 20(08) : 50-59.
ZHOU Erzhan, ZHANG Siyuan, SHI Hui, et al. Digital twin technology for complex large-scale power grid and its application in dispatching and operation [J]. Electric Power Information and Communication Technology 2022 20(08) : 50-59.
- [10] 刘广一, 戴仁昶, 路轶, 等. 电力图计算平台及其在能源互联网中的应用[J]. 电网技术 2021 45(06) : 2051-2063.
LIU Guangyi, DAI Renchang, LU Yi, et al. Electric power graph computing platform and its application in energy internet [J]. Power System Technology 2021 45(06) : 2051-2063.
- [11] 张雅迪, 方超雄, 张林垚, 等. 基于有向图的配网供电能力实用计算方法[J]. 电力系统保护与控制 2020 48(08) : 10-16.
ZHANG Yadi, FANG Chaoxiong, ZHANG Linyao, et al. A practical solution for supply capability of a distribution network based on an oriented graph [J]. Power System Protection and Control 2020 48(08) : 10-16.
- [12] 赵婷, 王晓东, 王爽, 等. 电能计量算法在双向计量频繁切换下的性能分析和改进[J]. 电测与仪表, 2021 58(10) : 151-157.
ZHAO Ting, WANG Xiaodong, WANG Shuang, et al. Performance analysis and improvement of metering algorithm under frequent switching of bidirectional metering [J]. Electrical Measurement & Instrumentation 2021 58(10) : 151-157.
- [13] 陈春, 吴宜桐, 李猛, 等. 基于网络拓扑有向遍历的配电网故障快速恢复方法[J]. 电力系统自动化 2021 45(07) : 44-52.
CHEN Chun, WU Yitong, LI Meng, et al. Method for fast recovery from distribution network fault based on directed traversal of network topology [J]. Automation of Electric Power Systems 2021, 45(07) : 44-52.
- [14] 刘继成, 崔曦文, 张运厚, 等. 考虑等效阻抗抗关联模型的新能源双环网负荷极限评估[J]. 可再生能源 2022, 40(01) : 116-121.
LIU Jicheng, CUI Xiwen, ZHANG Yunhou, et al. New energy double loop network load limit assessment considering equivalent impedance correlation model [J]. Renewable Energy Resources, 2022 40(01) : 116-121.
- [15] 刘中彦, 李耀宗, 张旭. 国网辽宁公司多维精益管理体系建设与应用[J]. 财务与会计 2020 (21) : 43-45.
LIU Zhongyan, LI Yaorong, ZHANG Xu. Construction and application of multi-dimensional lean management system of State Grid Liaoning company [J]. Finance & Accounting 2020 (21) : 43-45.
- [16] 张冉, 冉伦, 季金林, 等. 基于两阶段 DEA Leader-Follower 模型的固定成本分步分摊方法研究[J]. 管理评论, 2020 32(03) : 279-288.
ZHANG Ran, RAN Lun, LI Jinlin, et al. A step-by-step fixed cost allocation method based on leader-follower DEA model [J]. Management Review 2020 32(03) : 279-288.
- [17] 魏冉, 潘好强, 杜洋. 基于业财融合的国网江苏电力客户多维精益管理[J]. 财务与会计 2021 (17) : 18-21.
WEI Ran, PAN Haoqiang, DU Yang. Multi-dimensional lean management of State Grid Jiangsu electric power customers based on the integration of industry and finance [J]. Finance & Accounting 2021 (17) : 18-21.
- [18] 杨佳澄, 张肖, 王涛. 基于输配电成本监审的转移交叉补贴测算模型应用[J]. 智慧电力 2021 49(12) : 11-16 44.
YANG Jiacheng, ZHANG Xiao, WANG Tao. Application of transfer cross-subsidies calculation model based on transmission and distribution cost supervision [J]. Smart Power 2021 49(12) : 11-16 44.
- [19] 李丹, 吴江, 林妮娜. 基于不同业务特征构建内部模拟市场实践探索[J]. 财务与会计 2022 (04) : 83-84.
LI Dan, WU Jiang, LIN Nina. Practice and exploration of building internal simulation market based on different business characteristics [J]. Finance & Accounting 2022 (04) : 83-84.
- [20] 任腾云, 曹震, 陈刚, 等. 基于五维平衡计分卡的电网台区资产组绩效评价[J]. 会计之友 2019 (19) : 97-102.
REN Tengyun, CAO Zhen, CHEN Gang, et al. Performance evaluation of asset groups in power grid stations based on five-dimensional balanced scorecard [J]. Friends of Accounting 2019, (19) : 97-102.
- [21] WANG Jianxiao, ZHONG Haiwang, TANG Wenyuan, et al. Tri-level expansion planning for transmission networks and distributed energy resources considering transmission cost allocation [J]. IEEE

- Transactions on Sustainable Energy 2018 9(04) : 1844-1856.
- [22] 程曦,吴霜,王静怡等.输配电价改革背景下电网项目多阶段投资优化决策研究[J].电力系统保护与控制,2021,49(15):116-123.
CHENG Xi,WU Shuang,WANG Jingyi,et al.Research on multi-stage investment optimization of power grid projects under transmission and distribution price reform [J]. Power System Protection and Control 2021,49(15):116-123.
- [23] 李宇哲,陈晋军,池文磊.适应输配电价改革的电网企业精益化投资策略[J].财务与会计,2022,(03):75-76.
LI Yuzhe,CHEN Jinjun,CHI Wenlei.The lean investment strategy of power grid enterprises adapting to the reform of transmission and distribution prices [J]. Finance & Accounting, 2022,(03):75-76.
- [24] 朱刘柱,金文,叶彬,等.输配电价改革背景下电网投资策略情景模拟及优化研究[J].价格理论与实践,2021,(05):101-105.
ZHU Liuzhu,JIN Wen,YE Bin,et al. Research on scenario simulation and optimization of grid investment strategy under the situation of transmission and distribution price reform [J]. Price: Theory & Practice 2021,(05):101-105.
- [25] 林汉银.电网企业租赁资产全寿命周期管理体系的构建[J].财务与会计,2021,(07):49-52.
- LIN Hanyin. Construction of the whole life cycle management system of leased assets in power grid enterprises [J]. Finance & Accounting 2021,(07):49-52.
- [26] 相晨萌,曾四鸣,闫鹏,等.数字孪生技术在电网运行中的典型应用与展望[J].高电压技术,2021,47(05):1564-1575.
XIANG Chenmeng,ZENG Siming,YAN Peng,et al. Typical application and prospect of digital twin technology in power grid operation [J]. High Voltage Engineering,2021,47(05):1564-1575.
- [27] 陈禹旭.基于健康度分析的电网数字化转型价值链云协同模型[J].沈阳工业大学学报,2022,44(01):1-6.
CHEN Yuxu.Cloud collaboration model of power grid digitalized transformation value chain based on health degree analysis [J]. Journal of Shenyang University of Technology 2022,44(01):1-6.

收稿日期:2022年8月30日

作者简介:



任腾云(1983)男,硕士,高级会计师,主要从事财务数据分析挖掘,企业数字化转型工作。

(本文责任编辑:秦健)

Research on A Multi-Dimensional Value Evaluation System Based on Digital Value Grid

REN Tengyun¹, LI Lin², WANG Peng², CHEN Gang²

(1.State Grid Jiangsu Electric Power Co.,Ltd., Nanjing 210024 Jiangsu,China;

2.Jiangsu Electric Power Information Technology Co.,Ltd., Nanjing 210024 Jiangsu,China)

Abstract: The precise quantitative evaluation of the contribution of the smallest unit value in the network economy has always been a difficult problem for power grid enterprises. In response to this problem, this paper proposes a multi-dimensional value evaluation system based on digital value grid: relying on the enterprise data center of State Grid Jiangsu Electric Power Co., Ltd. On this basis, the monthly energy flow topology diagram of the power grid is restored; then the idea of the step-by-step method of product cost calculation is adopted, and the current full-caliber production cost is firstly collected to each node of the power flow topology path of the power grid, and then according to the power flow topology of the power grid. Electric energy flow, the cost of each node is carried forward step by step to the end customer at the last level, and then combined with customer issuance information, the income and cost are reasonably matched on a single customer, and a precise portrait of the input and output of "each customer" can be achieved. Further, based on the value information of each customer, according to the monthly energy flow topology and organizational relationship reverse aggregation, gain insight into the operation quality and efficiency of the "organization" and the output efficiency of the "equipment", and realize the organization layer, equipment layer and customer in the network economy. Accurate quantitative evaluation of the value contribution of the smallest unit of the layer, laying a solid foundation for the company's lean management.

Key words: grid energy flow topology; step-by-step cost carry forward; a picture of the power grid; customer portrait; digital transformation