

# 配电变压器运行状态评估的大数据分析方法

李 鹏

国网陕西省电力有限公司延安供电公司 陕西 延安 716000

**摘 要:**随着我国经济不断地发展,人们生活水平也不断提升,在实际生活中对大功率电气的应用也逐渐增多,基于此,配电变压器能否正常运行对人们的生活质量造成一定的影响,需要相关人员加强评估配电变压器的运行状态。基于此,本文主要分析配电变压器运行状态评估的大数据方法

**关键词:**配电变压器;运行状态评估;大数据分析方法

## Big data analysis method for operating status evaluation of distribution transformers

Li Peng

State Grid Shaanxi Electric Power Co., LTD. Yan 'an Power Supply Company, Yan 'an, Shaanxi 716000

**Abstract:** With the continuous development of Chinese economy, people's living standard is also improving, in the actual life of the application of high power electrical is also gradually increasing. Based on this, the power distribution transformer can be normal operation of people's quality of life will have a certain impact, the relevant personnel need to strengthen the assessment of the power distribution transformer operation status. This paper mainly analyzes the big data method of distribution transformer operation status evaluation

**Key words:** distribution transformer; Running state evaluation; Big data analytics

引言:由于配电变压器受到运行环境的影响,有可能存在各种各样的安全隐患,为了确保其能够平稳安全的运行,减少在电力输送过程中发生的安全风险,相关管理人员需要不断地加强对配电变压器的维护工作,与此同时,还需要及时地评估配电变压器的实际运行状态,对存在的安全隐患展开调整与优化。基于此,本文主要研究配电变压器运行状态评估的大数据分析方法。

### 1 配电变压器的运行原理

配电变压器就是一个非常复杂的电气设备,其运行主要受到环境变化、天气状况以及人为操作等因素有关,因此,需要全面且详细地分析配电变压器的运行状态评估,分析配电变压器的运行原理以及历史故障情况等多种信息。配电变压器主要就是在配电系统中负责转变电压等级的重要设备,与此同时,它还是连接着用户与输电线路的主要环节。配电变压器主要就是由一次绕组、铁芯以及二次绕组等部分构成。除此之外,配电变压器还是以电磁感应原理作为基础,主要通过次级线圈以及初级线圈的形式传输电能的设备。在配电变压器的封闭磁通回路中,主要运用铁芯导磁的原理,把配电变压器中初级线圈的一次电流以及电压根据相同的频率,主要通过电磁感应的原理在配电变压器次级线圈中所感应固定频率的二次电流与电压。在变压器运行的原理中,其

运行状态指标参数主要就是电压、电流以及频率。然而,只是使用到这些单一的指标来评估配电变压器的运行状态,无法很好地反应出其中真实的情况。

基于此,对于配电变压器运行状态的评估来说,主要以电流、电压以及频率为基础,通过不同的公式计算出更具实际意义的运行状态的指标,譬如三相不平衡度以及负债率等。充分结合配电变压器设备的运行状态、环境因素以及设备基本信息等信息的评估具有一定的意义。基于此,根据运行状态对配电变压器展开大数据分析评估,通过大数据评估等级分类对其指定出科学合理的检修策略,最大限度地提升配电变压器的运行,保证配电系统能够平稳安全的运行。

### 2 配电变压器的运行状态指标

#### 2.1 负债率

负债率就是在变压器运行过程中,具象表达变压器的实际负荷状态以及承载能力。如果变压器负荷大于规定值,就会加剧配电系统的损耗,进一步降低输出端的电压,上升绝缘层的温度,导致变压器存在明显的发热现象,如果该情况长期持续,该系统中绝缘平衡的状态被打破,变压器的使用寿命会受损。基于此,需要明确要求运行的规程:对于变压器运行的符合来说往往不会大于额定的功率,但是,在特殊

的情况下允许短时间过负荷运转。在实际使用中,按照变压器的实际运行的年限以及环境等相关条件,进一步明确变压器的过负荷能力。然而,如果变压器存在比较严重的缺陷,譬如油中溶解气体异常老化以及严重漏油等情况时,往往不宜超过负荷运行。

负债率表示配电变压器实际容量与额定容量的比值。负债率定义为:

$$\eta = \frac{S_T}{S_R} \times 100\%$$

其中,  $S_T$  为实际容量;  $S_R$  为额定容量。

## 2.2 三相不平衡度

三相不平衡在本质上就是三相只能够每一相电流和另外两相不相同时所存在的情况,往往就是由三相变压器独有的结构特点而导致的。因为三相的负荷情况不一致,从而使得负荷比较重的一相绕组存在比较严重的发热情况,最大限度地降低配电变压器的使用寿命。根据对称分量法,电力系统的网络主要由负序、正序以及零序徐彤的网络构成。因此,运用空间向量的形式,根据对称分量和不同相的大小等相关信息展开计算,从而获得实际分量。三相不平衡度的公式为:

$$\varepsilon_u = \frac{U_2}{U_1} \times 100\%$$

其中,  $U_1$  就是电压正序分量的有效值;  $U_2$  就是负序分量的有效值;  $\varepsilon_u$  就是三相电压不平衡度。一般在规定中, Yyn0 连接组别的配电变压器的三相不平衡度  $\leq 15\%$ , 然而 Dyn11 连接组别的配电变压器的三相不平衡度  $\leq 25\%$ 。

## 2.3 频率偏差

频率偏差就是电能质量指标,主要就是在电力系统平稳运转的基础上,电力系统标准频率与实际频率两者之间的偏差值。电力系统存在频率偏差的主要原因就是有功功率不够平衡。严控系统的频率进一步保证发电厂的有效运行,把频率偏差有效地控制在一定范围内,但是,电荷负载能力受到电力系统频率的影响,两者呈现出正相关的趋势,进一步降低用户生产设备的生产质量。

电力系统频率就是一个时间函数,能够随着时间变化而变化,基于此,频率误差在本质上就是理想条件与现实环境下所设置的额定值之间的偏差,频率偏差的定义为:

$$\Delta f = f - f_b$$

其中,  $f$  就是实际频率、 $f_b$  就是额定频率。

## 2.4 电压偏差

电压偏差就是电能质量的指标,严重的电压偏差对我国电力系统稳定运转产生一定的影响。电力系统的无功功率的不平衡现象才是导致电压偏差的根本原因,核心就是整合输电线路中出现阻抗,导致线路整体的传输损耗加剧,从而出现电压偏差。作为电压质量的重要参数,电压偏差是实时对系统电压质量与电压水平进行监测,不能避免严重电压偏差

所导致的电力系统故障。

电压偏差就是标称电压与实际电压之间的偏差程度。电压偏差的定位:

$$\Delta U = \frac{U_T - U_R}{U_R} \times 100\% \Delta U = \frac{U_T - U_R}{U_R} \times 100\%$$

其中,  $U_T$  就是实际相电压;  $U_R$  系统额定相电压。35kV 及以上的供电电压,正负偏差绝对值的和应该小于标称电压的10%; 10kV 及以下的三相供电电压,允许电压偏差是标称电压的 $\pm 10\%$ ; 220V 的单相供电电压,允许的电压偏差分别为标称电压的+7%以及-10%。

## 3 创建状态评估指标体系

为了确保所创建出指标体系的合理性,本文主要参考国家电网公司中相关文件以及已经公开发表的论文,进一步分析整理某供电局2019-2020年配电变压器的故障记录。详细分析三十多台故障配变的实际运转信息,选择不同种类的故障,实时获取状态量作为配电变压器实际运行状态评估指标的体系。负债率、三相不平衡以及电压偏差主要就是根据每隔15分钟采集一次的电压以及电流等相关数据信息,再结合配变的额定容量等相关数据信息予以计算。故障次数主要就是配变在发生故障之后只是进行维修,并没有更换新的配变,如果更新配变,那么故障的次数清零。

## 4 基于 AHP-Delphi 法的指标权重的计算方法

基于大数据的状态评估过程中,指标权重值的计算方法一般分为两种,即主观赋权法以及客观赋权法。客观赋权法主要客观分析指标权重值的相关信息,进一步明确指标的权重值。主观赋权法就是将AHP法以及Delphi法充分结合,其优势主要就是以可以运用比较少的定量信息,使得决策过程变得更加的数学化,主要适用于人的定性判断起到决定性的作用。

第一,设计调查表,让专家为两两判断矩阵赋值。真对需要解决的问题选好专家,并且设计调查表,再把调查表分别发送给专家,并且征求专家的意见,让  $m$  专家分别为两两判断矩阵赋值。

第二,按照Delphi法求出平均判断矩阵。对  $m$  个两两判断矩阵主对角线左右两边的全部元素分别求出算数均值,从而获得相应的平均判断矩阵。

第三,按照Delphi法来判断专家意见是否一致。按照Delphi法来判断专家的意见是否一致,首先应该对平均判断矩阵的离散度进行计算,如果如数的  $m$  个主对角线右边的元素  $a_{ij}^k$  符合  $|a_{ij}^k - \overline{a_{ij}}| \geq \frac{\overline{a_{ij}}}{2}$ , 这就说明离散度无法满足Delphi法的要求,由此表明专家意见不一致。

第四,求出输入矩阵的最大特征值以及特征向量。如果  $m$  个专家的意见保持一致,那么Delphi法获得的矩阵作为AHP法的输入矩阵,并且获得最大的特征值  $\lambda_{\max}$  以及特征向量  $w$ 。

第五,通过归一化的处理方法获得指标权重值。如果可

以通过一致性检验，那么对w值进行归一化处理，获得权重向量，其中的数值就是所有评估指标对应的权重值。

5 配电变压器运行状态评估的大数据方法

基于配电变压器运行状态评估的大数据方法的计算步骤如下：

第一，获得即将展开状态评估的变压器的底层数据；

第二，计算首步中的基础数据信息，从而获得实时指标的单项指标数值，按照指标层中单项指标的权重值以及指标得分，进一步计算出在准则层当中指标的指标得分。

第三，在统计首步中的基础数据信息，获得统计型指标单项指标的得分，按照在指标层当中单项指标指标得分以及

权重值，进一步计算出在准则层中统计性指标的指标分值。

第四，按照准则层中2个指标的指标数值，其中主要包括实时型指标得分以及统计型指标得分，与其各自权重数值，对目标层中得分进行计算，此时目标层得分也就是为使用实时型指标以及统计型指标，配电变压器状态的初步评估后得到的初步分数。

本文主要参考电网公司以及配变状态评估文件，主要对配变实际状态评估结果运用百分制的方法，一共分成4个状态等级，分数越低则代表配变的状态越差，

存在故障概率就会越高。各单项指标的状态与评估分值之间关系如下表1所示。

表1 各单项指标的状态与评估分值之间关系

| 单项指标名  | $85 \leq \text{得分} \leq 100$ | $75 \leq \text{得分} \leq 85$ | $60 \leq \text{得分} \leq 75$ | 得分 < 60 |
|--------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|
| 负债率    | 正常                           | 注意                          | 异常                          | 严重      |
| 三相不平衡度 | 正常                           | 注意                          | 异常                          | 严重      |
| 电压偏差   | 正常                           | 注意                          | 异常                          | 严重      |
| 频率次数   | 正常                           | 注意                          | 异常                          | 严重      |

结论：综上所述，本文主要介绍配电变压器运行状态评估的大数据分析方法：构建配电变压器运行状态评估标准的体系；在比较分析相关指标权重计算方法之后，决定选择使用AHP-Delphi法的指标权重的计算方法；最后分析配电变压器运行状态评估的大数据方法。

参考文献：

[1]刘科研,盛万兴,张东霞,贾东梨,胡丽娟,何开元.智能配电网大数据应用需求和场景分析研究[J].中国电机工程学报,2015,35(02):287-293.

[2]国家电网公司.Q/GDW 645-2011 配网设备状态评价导则[S].北京：中国电力出版社，2011.

[3]谢成,曹张洁,温典,金涌涛.基于实时运行数据挖掘的配电变压器状态评估[J].浙江电力,2017,36(08):1-6.

[4]彭张林,张强,王素凤,等.基于评价结论的二次组合评价方法研究[J].中国管理科学, 2016,24(9): 156-164.

[5]阳东升,刘子兴,张静,徐洋,刘建鹏,林呈辉,梁海峰.采用最大特征值筛选的配电变压器状态评估实用方法[J].电力与能源,2014,35(03):271-274+278.