

# 理论分析我国农村配电网中 变压器的经济运行技术

毛韶华

(西昌学院, 四川 西昌 615013)

**【摘要】**我国农村用电分散且负荷较小,使农村配电网的电能质量很差,农村配电网中的配电变压器很难运行在经济状态,这不利于对变压器自身和整个电网。文章通过对电网中变压器经济运行的实质分析,阐述了农村配电网中变压器经济运行的和技术可行性。

**【关键词】**经济运行;损耗;效率;补偿

**【中图分类号】**F323.214 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2005)02-0104-03

由于我国电网建设处于联网的初期,各电网基本上只是形式上连在了一起,在发电厂、电网线路、变电容量和区域电网之间还存在不少“卡脖子”的瓶颈现象。从而导致配电网(特别是农村配电网)的电能质量较差,突出表现在农村配电网中低压供电半径长引起的较大电压波动和电压降。由于农村人均用电负荷较小,配电变压器所带负荷较小,致使农村配电网中的变压器很难运行在经济状态,这种“大马拉小车”的现象对变压器自身和整个电网都是非常不利的。故此,对农村配电网中变压器经济运行的技术分析并将它应用于实践之中就显得十分重要,它必将产生良好的社会效益与经济效益。

## 1 变压器经济运行

电力变压器是电网中供配电系统的重要而又广泛使用的设备,变压器经济运行是指充分利用现有设备条件,通过择优选取运行方式和调整负荷,在保证安全供电的前提下最大限度地降低变压器电能损耗和提高其电源侧的功率因数,总体提高变压器的工作效率。实质就是技术经济允许条件下的变压器节电运行。

### 1.1 变压器损耗

变压器损耗是指变压器在能量传递过程中的能量损耗,通常分铜损耗( $p_{cu}$ )和铁损耗( $p_{Fe}$ ),它们是影响变压器经济运行的一个重要因素。铁损耗是变压器的空载损耗( $p_0$ ),铜损耗包含基本铜损耗和杂散

铜损耗。基本铜损耗是指初、次级绕组内电流引起的直流电阻(用直流量测得的绕组电阻)损耗,杂散铜损耗包括集肤效应、匝间环流和漏磁场等原因引起的损耗。一般情况下,杂散铜损耗很难计算,一般在直流电阻上进行补偿计算,这样就可以用短路损耗( $p_k$ )计算铜损耗。

在正常情况下,变压器的铁损耗是不随负荷的改变而改变的,铜损耗则是随负荷电流平方而变化的。一般电力变压器的铁损耗与铜损耗的比值在1/3到1/4之间。

### 1.2 变压器效率

变压器效率( $\eta$ )是用来衡量变压器输出功率( $P_2$ )同输入功率( $P_1$ )之间关系的,在很大程度上反应变压器的经济运行。通常情况下效率都比较高,大多数在95%左右,有些大型变压器可以达到99%以上。在具体分析一台变压器的效率时,可以从功率和负载情况两个方面进行,文中只从功率角度去做分析。

### 1.3 损耗同效率的关系

一般情况下,变压器效率是通过变压器损耗按照公式(1)来确定的。

$$\eta = [P_2 / (P_2 + P_{cu} + P_{Fe})] \times 100\% \quad (1)$$

但是,这样很难找到不同种类的损耗与效率之间的直接关系。所以,在不影响变压器效率计算误差允许的情况下,做如下假设:变压器次级电压保持不变,为恒定值(一般为额定值);带负载时铁芯中主磁通保持不变;以额定电流时的短路损耗( $p_{kN}$ )作为额

收稿日期:2005-03-03

作者简介:毛韶华(1974-)男,主要从事电力系统及其自动化和工程项目管理方面的研究。

定电流时的铜损耗。从而得到公式(2)(3)(4)和(5)

$$P_2 = m\beta U_{2N} I_{2N} \cos\theta_2 = \beta S_N \cos\theta_2 \quad (2)$$

$$P_{Fe} = p_0 \quad (3)$$

$$P_{Cu} = m I_{1K}^2 r_k = m \beta^2 I_{1N}^2 r_k = \beta \quad (4)$$

$$\eta = \left[ 1 - \frac{P_0 + \beta^2 P_{KN}}{\beta S_N \cos\theta_2 + P_0 + \beta^2 P_{KN}} \right] \times 100\% \quad (5)$$

公式(2)中  $m$  是变压器的相数,  $\beta$  是次级线圈电流的标么值,  $\cos\theta_2$  是变压器次级的功率因数。公式(4)中  $r_k$  是补偿后的直流电阻。

由公式(5)可以知道,在一定的功率因数下,最大效率发生在  $d\eta/d\beta=0$  的时候,通过解微分方程知道此时铁损耗等于铜损耗。变压器经济运行也就是在任何负载情况下,尽量使铁损耗等于铜损耗,这也是变压器经济运行的实质。

## 2 农村配电网中变压器的经济运行

### 2.1 农村配电网中变压器经济运行的必要性

目前,我国电力供应能力不足、经济快速发展、高耗电行业迅速扩张和持续高温干旱,导致给日常生活带来诸多不便,给经济建设形成一定障碍而农村配电网中的变压器又经常运行在“大马拉小车”的状态,电能浪费相对严重。对农村配电网中变压器实行经济运行,提高变压器运行效率和减少变压器损耗。可以节约电能,缓解电力供应紧张的局面,提高整个电网的供电可靠性,提高电能的质量,是非常重要的,对缓解我国电网的缺电状态意义十分重大。

### 2.2 农村配电网中变压器经济运行的技术可行性

农村配电网中的变压器是向终端用户供电的,负荷小且不稳定,变压器很难运行在经济状态。而且正因为负荷小且不稳定,通过调整负荷实现变压器的经济运行不易实现,所以对农村配电网中的变压器一般都通过优化运行方式来实现经济运行,主要采取的措施是在农村电网中选用自动有载调压变压器和配置低压无功装置。

#### 2.2.1 选用自动有载调压变压器作为农村配电网中的电力变压器

变压器的调压方式分有载和无载两种,对同容量的变压器,有载调压要比无载调压贵许多,但是无论从技术性能、线路损耗和变压器损耗等来比较分析,无载调压变压器的年运行费用比有载调压变

器的年运行费用高,而变压器的使用寿命一般都比较长,所以农村配电网中的变压器适合选择有载调压的变压器。下面把它和其它变压器进行比较。

#### 2.2.1.1 技术性能比较

无载调压的变压器不能随电网电压变化而自动有载调压,调压时变压器要停止运行后通过分接开关的改变来调整,同时还必须测量直流电阻,但是有载调压的变压器就可以在带有负荷的同时自动完成调压和直流电阻的测量。从调节范围看,无载调压变压器通常只有三个档次( $\pm 5\%$ ),只能调节10%的范围,相对较小,而有载调压变压器常用9个档次( $\pm 4 \times 2.5\%$ )或7个档次( $\pm 3 \times 2.5\%$ ),可以调节20%或15%的范围,相对较大。从变压器自身安全看,无载调压变压器容易受大幅度波动电压的伤害甚至损坏,而有载调压变压器则很难。变压器自身的自动补偿电容器在无载调压变压器中因电压限制而利用率低,有载调压变压器则因大调节范围而使用率较高。从前面描述的农村电力负荷特点看,宜选用有载调压的变压器。

#### 2.2.1.2 变压器损耗比较

变压器损耗的原理如图1所示。很明显,当电降低的时候,变压器的铜损耗要增加;当变压器电压升高时,变压器的铁损耗要增加。在农村配电网中负荷不稳定,电压变化范围大,如选用无载调压变压器,变压器就会较多时间处在过压或低压环境下运行,从而增加变压器的损耗,提高了变压器的运行费用。相反,如果选用有载调压的变压器,就不会出现这种问题。

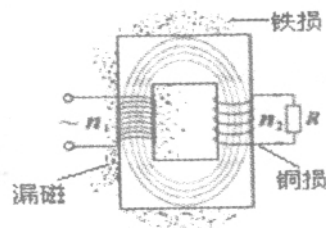


图1 变压器损耗

#### 2.2.1.3 线路损耗比较

同变压器的铜损一样,当变压器电压降低时,变压器出线的损耗要加大。我国农村配电网中,由于地理条件的限制,多数电力变压器供电半径大,电压损耗大,所以在电力需求高峰时期,电压水平不能保证。如果选用容量较大的变压器,不仅要增加线路建

设总投资,而且还会因为长期的“大马拉小车”运行状态,大幅度提高变压器的空载损耗,并最终提升变压器的运行费用。所以,在农村配电网中选用有载调压的变压器,可以保证变压器在负荷不稳定和电压变化范围大的情况下,减小变压器的损耗,更能保证变压器的经济运行。

### 2.2.2 低压无功补偿装置的合理配置

在电力系统输送电能的过程中,无功功率不足,将使系统中输送的总电流增加,变压器的出力减少,供电线路及系统设备有功功率损耗增大,尤其是线路末端电压下降。对于电力用户来说,过多地从电网中吸取无功,不仅使电网电能质量下降,而且产生比较严重的电力“污染”。因此,农村供电网中变压器通常采取就地低压无功补偿装置的办法来减小因无功功率不足给农村配电网造成的不良后果。

低压无功补偿装置可以快速发生或吸收无功功

率,消除谐波,抑制电压闪变或跌落,对电能质量进行综合补偿。所以它不仅可以保证功率因素较高,而且可以在一定范围内把电压维持一定水平,减小变压器和线路的损耗。

### 3 结束语

综上所述,证明了农村配电网中变压器经济运行是一项技术上可行、经济上合理、从实际出发去挖掘潜能的行之有效的节电技术,能够应用于各行各业,可以提高社会效益和经济效益。可见,农村配电网中变压器经济运行节电技术的推广和应用是贯彻“能源节约与能源开发并举,把能源节约放在首位”和“促进国民经济向节能型发展”方针的一项重要节电措施。

### 参考文献:

- [1] 法律出版社编着. 中华人民共和国节约能源法(2版) [M]. 北京: 法律出版社, 1999.
- [2] 胡景生. 电网经济运行与能源标准化 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2001.
- [3] 胡景生. 变压器经济运行 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
- [4] 邬基烈. 电机学 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1994.

## An Theoretical Analysis on the Technique of Better Moving for the Transformers in China's Country Power System

MAO Shao-hua

(Xichang College, Xichang 615013, Sichuan)

**Abstract:** In China's country, the power users are distributed and their demand is less, so the quality of power is very errand and it is difficult for the transformers to move with high efficiency in power system this go against the transformers self and the power system. For the country power system, this paper expounds the need and the feasibility of technique for the better moving through analyzing its matter.

**Key Words:** The better moving; Power loss; Efficiency; Compensate