

# 厂用变压器的优化运行分析

孙振飞

(徐州华润电力有限公司, 江苏 徐州 221000)

**摘 要:** 厂用电率一直是发电厂的重要技术经济指标, 这直接关系到发电厂的供电煤耗。降低厂用电率的方法有很多, 如设备及时消缺、设备技改、加强机组运行管理、优化系统运行方式等多种措施。本文主要从优化厂用变压器的运行方式来阐述一下降低厂用电率的方法。

**关键词:** 降低厂用电率; 厂用变压器; 变压器损耗; 运行优化

## 1 概述

近几年来, 我公司一直强调在整个生产经营过程中要节能降耗, 技术创新, 降低生产成本, 进一步提升公司的核心竞争力。特别是节能降耗方面, 公司采取了一系列的措施, 如发电部开展小指标竞赛, 维修部争取 100% 消缺率, 技术部对高耗电设备技改创新等, 在公司领导带领下, 经过公司全体员工的共同努力, 取得了一定的成绩。特别是综合厂用电率方面, 大家深挖节电潜力, 工作中不放过每一个节电的小细节。

在整个发电生产过程中, 影响机组厂用电率的因素有很多, 这里主要从厂用变压器的运行方式来浅析一下降低厂用电率的措施。我公司一二期为 4×300MW 的亚临界燃煤机组, 三期为 2×1000MW 的超超临界燃煤机组, 因机组较多, 用于各种用途的厂用变压器数量相应的也比较多, 且存在部分运行的变压器负载率一直不高的问题 (即轻载时间比满载运行时间长), 这大大降低了厂用变压器运行的利用率, 由于整个厂用电系统的运行设备是相互影响的, 如果厂用变压器运行方式不合理, 不单变压器自身要多消耗电能, 而且会影响到辅机及其它设备的经济运行, 所以厂用变压器的经济运行不容忽视。

## 2 厂用变压器运行普遍存在的问题

随着发电机组容量的不断增大, 厂用变压器的数量也逐渐增多, 很多电厂在设计安装时考虑到最大负载的要求来选择厂用变压器的容量, 而实际运行中, 因各变压器所接带的负荷不同, 部分厂用变压器长期不合理的轻载甚至空载运行, 导致变压器

的利用率大大降低, 影响了厂用电率。下面我们先简单的了解一下什么是变压器的空载运行, 以及变压器的空载损耗和负载损耗。

### 2.1 厂用变压器的空载运行

变压器的空载运行是指变压器的一次绕组接电源, 二次绕组开路的工作状态。变压器空载运行时, 虽然二次侧没有功率输出, 但一次侧仍要从电源吸取一部分有功功率来补偿由于磁通饱和在铁芯内引起的铁耗即磁滞损耗和涡流损耗。

### 2.2 厂用变压器的空载损耗和负载损耗

**空载损耗:** 当变压器二次绕组开路, 一次绕组施加额定电压时, 所消耗的有功功率称空载损耗。空载损耗包括铁芯中磁滞和涡流损耗及空载电流在初级线圈电阻上的损耗, 前者称为铁损后者称为铜损, 由于空载电流很小, 后者可以略去不计, 因此, 空载损耗基本上就是铁损。空载损耗的算法: 空载损耗=空载损耗工艺系数×单位损耗×铁芯重量。空载损耗一般为变压器额定功率的 1/1000 左右。

**负载损耗:** 当变压器的二次绕组短路 (稳态), 一次绕组通过额定电流时所消耗的有功功率称为负载损耗。考虑到负载运行时, 负载电流的变化, 负载损耗即可变损耗, 与通过的电流的平方成正比, 负载损耗是额定电流下与参与温度下的负载损耗。负载损耗的算法: 负载损耗=最大的一对绕组的电阻损耗+附加损耗 (附加损耗=绕组涡流损耗+并绕导线的环流损耗+杂散损耗+引线损耗)。负载损耗一般为变压器额定功率的 1/100 左右。

表 1 为一般干式变压器不同容量所对应的空载损耗和负载损耗值, 仅供参考。

表 1 干式变压器损耗表

容量/kVA	空载损耗/W	负载损耗（120℃）/W	阻抗电压/%	空载电流/%	总重/kg	噪音/dB
30	200	750	4.0	2.2	320	40
50	300	1050	4.0	2.0	500	40
80	380	1460	4.0	1.8	580	40
100	430	1670	4.0	1.8	660	42
125	520	1950	4.0	1.6	800	42
160	600	2250	4.0	1.4	980	42
200	700	2680	4.0	1.4	1100	44
250	800	2920	4.0	1.4	1280	44
315	940	3670	4.0	1.2	1510	46
400	960	4220	4.0	1.2	1850	46
500	1150	5170	4.0	1.2	2080	46
630	1320	6220	4.0	1.0	2260	48
630	1280	6310	6.0	1.0	2360	48
800	1500	7360	6.0	1.0	2770	50
1000	1760	8600	6.0	0.8	3300	52
1250	2060	10260	6.0	0.8	3890	54
1600	2400	12420	6.0	0.8	4800	54
2000	3200	15300	6.0	0.6	5180	56
2500	3800	18180	6.0	0.6	5500	56

### 3 厂用变压器运行方式的优化

厂用变压器运行方式的优化是根据负载的变化来选择变压器的最佳运行方式，从而达到减少变压器损耗，降低厂用电率的目的。厂用变压器能否处于经济运行状态，一般主要有两个方面。第一，厂用变压器处在高效率区间运行；第二，在确保所接带负荷安全的前提下，合理改变厂用变压器的运行方式。

#### 3.1 厂用变压器的高效率运行区间

根据变压器损耗与负荷关系的分析可以得出：当变压器不变损耗等于变压器可变损耗，即铜损等于铁损的时候，这时候变压器效率最高。根据变压器制造和使用经验，一般当变压器接带负荷为 50%-70%，即负荷系数  $K=0.5\sim 0.7$  时效率最高。因此，对厂用变压器本身来说，如果能调整负荷至此区间内运行，带来的效率也是最高的。

#### 3.2 采用合理的运行方式

很多电厂都存在部分厂用变压器负载率低的问题，或者是一个年度内厂用变压器负载的变化有一定的规律且变化周期较长。我公司针对部分负载率较低的厂用变压器采用了倒换正常运行方式的方法，来减少变压器的损耗，降低厂用电率。

下面以我公司二期两台 300MW 机组#3、#4 机为例：如图 1，400V 照明 30 段、400V 照明 40 段和 400V 检修 02 段的正常运行方式为：#3 照明变

经灯 431 开关接带 400V 照明 30 段负荷，#4 照明变经灯 441 开关接带 400V 照明 40 段负荷，#02 检修变经灯 402 开关接带 400V 检修 02 段负荷。

#### 照明检修段

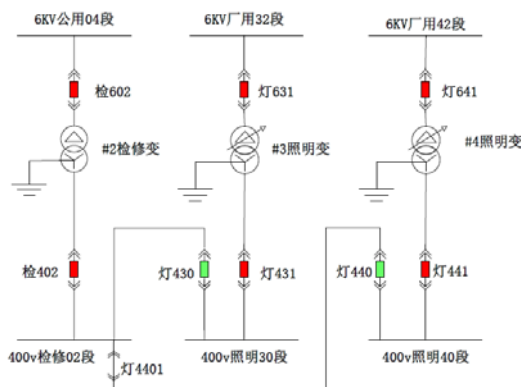


图 1 二期照明检修段联络图

#3、#4 照明变参数：

型号：SCZB9-400，容量：400kVA，高压侧额定电流：36.7A，低压侧额定电流：577.4A，#3 照明变短路阻抗：4.17%，#4 照明变短路阻抗：4.18%。

#02 检修变参数：

型号：SCZB10-630，容量：630kVA，高压侧额定电流：57.7A，低压侧额定电流：909.3A，#02 检修变短路阻抗：4.38%。

通过长期观察两台照明变高、低压侧开关电流曲线来看，其中高压侧灯 631 开关、灯 641 开关电

流都基本稳定在 3.0~6.0A 左右, 低压侧灯 431 开关电流在 50~170A 左右, 灯 441 开关电流在 60~150A 左右, #3 照明变、#4 照明变均一直处在轻载运行状态。400V 检修 02 段负荷均为两台机组检修电源, 除机组正常大小修周期外, #02 检修变负荷率长期偏低甚至空载运行。为了降低厂用变压器损耗, 节省厂用电, 现将照明 40 段由#4 照明变接带倒至#02 检修变接带(断开灯 441 开关, 拉开灯 4401 刀闸, 断开灯 641 开关, 合上灯 440 开关)。采用这种方式运行了一段时间, 在此期间重点对#02 检修变的高、低压侧电流变化、变压器本体重要参数进行了监视, 结合照明 30 段、照明 40 段负荷情况以及#02 检修变的容量大小, 决定将 400V 照明 30 段也倒至#02 检修变接带(断开灯 431 开关, 断开灯 631 开关, 合上灯 430 开关), 至此#3、#4 照明变均处于备用状态, 变压器无任何损耗。如遇机组大小修期间检修变负荷较高时, 再将 400V 照明 30 段、40 段倒至正常运行方式运行。按照图 1 表格里的参考数据, 以我厂一台容量为 400KVA 的照明变为例, 该变压器 1 年的空载损耗约为  $0.96\text{kW} \times 24 \times 365 = 8409.6\text{kW}$ , 如某电厂有 10 台类似的厂用变压器处在这种运行状态, 一年的空载损耗能达到 84096kW 左右, 而采用上述方法倒换运行方式后, 一年可能节省近十万度的厂用电。

## 4 结束语

由此可见, 厂用变压器的损耗是可以通过灵活改变运行方式的措施来降低的, 且厂用变压器的优化运行无需额外的投资, 只要我们在平时的工作中多注意观察变压器负载率的变化, 根据变压器容量大小来确定其高效率运行区间, 结合厂用变压器组的实际运行情况, 通过改变运行方式就可以实现厂用变压器的经济运行, 降低厂用电率, 提高发电厂的经济效益和社会效益。

### 参考文献:

- [1] 李丹娜,孙成普.电力变压器应用技术[M].北京:中国电力出版社,2009.
- [2] 周志敏,等.变压器节电运行365问[M].北京:中国电力出版社,2011.
- [3] 杜宗轩,等.电气设备运行技术问答[M].北京:中国电力出版社,2003.
- [4] 徐州华润电力有限公司.徐州华润电力有限公司运行规程电气部分[Z].,2005.

### 作者简介:

孙振飞(1982-), 男, 电气工程师, 主要从事火电厂集控运行工作, E-mail: szfly2001@vip.163.com。