(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103310963 B
(45)授权公告日 2015.12.09

(21)申请号 201310098418.6

(22)申请日 2013.03.26

(73)专利权人 国家电网公司
地址 100031 北京市西城区西长安街86号
专利权人 中国电力科学研究院
山东电力集团公司

(72)发明人 寇凌峰 王金丽 盛万兴 王金宇 宋祺鹏 杨红磊 王利 方恒福 李宁

(74)专利代理机构 北京安博达知识产权代理有限公司 11271
代理人 徐国文

(51)Int.Cl.
*H01F 41/00*(2006.01)

(56)对比文件

CN 102280934 A,2011.12.14, 全文.

CN 102761076 A,2012.10.31, 全文.

韦世东 等.低损耗节能型变压器及其经济容量选择的探讨.《广西电力》.2009,(第2期),第1-2页.

宋永强.变压器经济运行分析.《西北电力技术》.2005,第31卷(第6期),第1页.

审查员 刘林

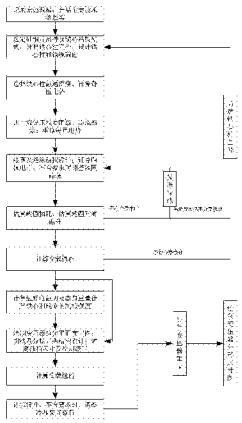
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种适用于35kV配电化建设的三绕组变压器设计方法

(57)摘要

本发明提供了一种适用于35kV配电化建设的三绕组变压器设计方法,包括:(1).根据35kV配电化变电站的布局方案,确定0.4kV侧容量;(2).设定变压器的容量,进行三绕组变压器的本体设计;(3).对三绕组变压器进行材料选择;(4).计算三绕组变压器的运行损耗;(5).对配电站进行经济性分析。本发明提供的适用于35kV配电化建设的三绕组变压器设计方法,针对目前边远地区35kV变电站配电化的建设,35kV变电站主变采用一台35/10/0.4kV三绕组变压器,0.4kV侧配置适当容量,作为站用负荷或变电站周围负荷的供电电源,并根据成本节约和降低损耗两方面分析其经济性;同时考虑选择性配备有载调压开关,实现变压器的经济运行。



CN 103310963 B

1.一种适用于35kV配电化建设的三绕组变压器设计方法，其特征在于，所述方法包括如下步骤：

(1). 根据35kV配电化变电站的布局方案，确定0.4kV侧容量；

(2). 设定变压器的容量，进行三绕组变压器的本体设计；

(3). 对三绕组变压器进行材料选择；

(4). 计算三绕组变压器的运行损耗；

(5). 对配电站进行经济性分析；

在所述步骤1中，布局方案为四种：户外式、半箱式、箱式、移动式；

在所述步骤2中，变压器采用容量为1600kVA的35kV箱式变电站；变电站低压侧最大负荷为40kW；

在所述步骤2中，三绕组变压器采用35/10/0.4kV三绕组变压器；

所述步骤2包括如下步骤：

(2-1). 根据双绕组变压器的损耗水平，确定三绕组变压器的技术条件；

(2-2). 通过电磁计算确定三绕组变压器的参数；

(2-3). 对三绕组变压器的结构进行设计；

其中，双绕组变压器为S11型。

2.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，在所述步骤1中，分析35kV变电站的布局方案，计算变电站负荷，结合变电站周边的负荷密度和负荷距，根据变电站0.4kV侧的负荷需求，选择适当的容量。

3.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，三绕组变压器的参数包括：额定电压和额定电流、铁芯直径、绕组数据、短路阻抗、负载损耗和空载损耗；其中，绕组数据包括：绕组匝数、导线选择、绝缘半径、绕组电阻和导线重量。

4.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，在所述步骤3中，三绕组变压器的铁心选用高导磁冷轧取向硅钢片、导线采用无氧铜制作的漆包扁铜线、在高、中线圈内部设置了散热油隙；三绕组变压器采用全密封结构、散热器采用膨胀式片式散热器。

5.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，在所述步骤4中，计算常规双绕组变压器和站用变压器的年损耗，对比分析三绕组变压器的运行经济性；

其中，双绕组变压器有功功率损耗

$$\Delta P_T = \Delta P_0 + \Delta P_K (\frac{S}{S_N})^2 \qquad (1)$$

式中，S为变压器负载的视在功率，kVA；$S_N$为变压器的额定容量，kVA；$\Delta P_0$为变压器的空载有功功率损耗，kW；$\Delta P_K$为变压器负载短路有功损耗，kW；

三绕组变压器有功功率损耗：

$$\Delta P = P_0 + S^2 (\frac{P_{k1}}{S_{1N}^2} + C_2^2 \frac{P_{k2}}{S_{2N}^2} + C_3^2 \frac{P_{k3}}{S_{3N}^2}) \qquad (2)$$

式中，$P_{k1}$、$P_{k2}$、$P_{k3}$分别为变压器一次、二次侧、三次侧绕组的负载有功功率损耗，kW；

$P_0$分别为变压器的空载有功功率损耗、无功功率损耗，kW；

变压器年有功功率损耗：

$$\Delta W_T = \Delta P_0 t_{op} + \Delta P_k \left(\frac{S}{S_N}\right) \tau_{max} \quad (3)$$

式中，$\Delta W_T$为变压器年有功功率损耗，kWh；$t_{op}$为变压器全年投入运行时间，h；$\tau_{max}$为变压器年最大负荷损耗小时数，h。

6. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述步骤 5 包括如下步骤：

(5 - 1). 确定常规变电站和采用三绕组变压器变电站的主设备配置；

(5 - 2). 分析三绕组变压器低压侧供电的经济效益；

(5 - 3). 分析三绕组变压器的经济性。

7. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，在所述步骤 5 - 1 中，采用双绕组变压器的 35kV 常规变电站，高压侧一般配置：1 台 35/10kV 双绕组变压器、1 台 35/0.4kV 直配变压器、1 台熔断器、1 台熔断器 + 负荷开关组合电器和 1 台避雷器；采用三绕组变压器的 35kV 变电站高压侧配置：1 台 35/10/0.4kV 三绕组变压器、1 台熔断器 + 负荷开关组合电器和一台避雷器。

8. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，在所述步骤 5 -2 中，三绕组变压器低压侧直供变电站周边负荷，减少了 10kV 配电设备，并降低了设备容量。

9. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，在所述步骤 5 - 3 中，结合 35kV 变电站的建设模式，在设备的使用周期内，分析采用三绕组变压器降低设备购置成本 (C)，减少运行损耗 (P)，综合分析三绕组变压器的经济性。

10. 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，35kV 变电站的建设模式，包括：35kV 配电化变电站的布局方案和主设备配置。

# 一种适用于35kV配电化建设的三绕组变压器设计方法

## 技术领域

[0001] 本发明属于电力配电领域，具体涉及一种适用于35kV配电化建设的三绕组变压器设计方法。

## 背景技术

[0002] 由于我国农村覆盖区域大，尤其是中西部偏远农村、山区或半山区，地广人稀，负荷小而分散，35kV电源布点不足，严重影响到农村居民正常的生产生活。35kV配电化建设结合边远地区实际，采用差异化设计，有效缓解了农网资金紧张、增加布点难、建设工程周期长等难题，优化了农网网络结构和供电方式，提高了供电电压质量。35kV配电化变电站是采用配电标准建设、扁平化设计的35kV变电站，具有容量小、投资少、建设周期短等特点。

[0003] 目前边远地区常规35kV变电站主变压器为具备无励磁调压或有载调压功能的两绕组变压器，配备一台或两台站用变压器解决变电站的站用负荷，采用35/0.4kV直配变压器或10/0.4kV配电变压器。由于边远地区居民用电负荷和站用负荷具有明显的季节性、时间性，而站用变损耗较大且不具备调压功能，不利于变电站的经济运行。站用变供电系统包含一次系统和二次系统保护配备较为复杂，对于可靠性要求较高，且容易被忽视，直接影响变电站的安全运行。

## 发明内容

[0004] 为克服上述缺陷，本发明提供了一种适用于35kV配电化建设的三绕组变压器设计方法，针对目前边远地区35kV变电站配电化的建设，35kV变电站主变采用一台35/10/0.4kV三绕组变压器，0.4kV侧配置适当容量，作为站用负荷或变电站周围负荷的供电电源，并根据成本节约和降低损耗两方面分析其经济性；同时考虑选择性配备有载调压开关，实现变压器的经济运行。

[0005] 为实现上述目的，本发明提供一种适用于35kV配电化建设的三绕组变压器设计方法，其改进之处在于，所述方法包括如下步骤：

[0006] (1). 根据35kV配电化变电站的布局方案，确定0.4kV侧容量；

[0007] (2). 设定变压器的容量，进行三绕组变压器的本体设计；

[0008] (3). 对三绕组变压器进行材料选择；

[0009] (4). 计算三绕组变压器的运行损耗；

[0010] (5). 对配电站进行经济性分析。

[0011] 本发明提供的优选技术方案中，在所述步骤1中，分析35kV变电站的布局方案，计算变电站负荷，结合变电站周边的负荷密度和负荷距，根据变电站0.4kV侧的负荷需求，选择适当的容量。

[0012] 本发明提供的第二优选技术方案中，在所述步骤2中，变压器采用容量为1600kVA的35kV箱式变电站；变电站低压侧最大负荷为40kW。

[0013] 本发明提供的第三优选技术方案中，三绕组变压器采用35/10/0.4kV三绕组变压

器。

[0014] 本发明提供的第四优选技术方案中，所述步骤 2 包括如下步骤：

[0015] (2-1). 根据双绕组变压器的损耗水平，确定变压器的技术条件；

[0016] (2-2). 通过电磁计算确定三绕组变压器的参数；

[0017] (2-3). 对三绕组变压器的结构进行设计。

[0018] 其中，双绕组变压器为 S11 型。

[0019] 本发明提供的第五优选技术方案中，三绕组变压器的参数包括：额定电压和额定电流、铁芯直径、绕组数据、短路阻抗、负载损耗和空载损耗；其中，绕组数据包括：绕组匝数、导线选择、绝缘半径、绕组电阻和导线重量。

[0020] 本发明提供的第六优选技术方案中，在所述步骤 3 中，三绕组变压器的铁心选用高导磁冷轧取向硅钢片、导线采用无氧铜制作的漆包扁铜线、在高、中线圈内部设置了散热油隙；三绕组变压器采用全密封结构、散热器采用膨胀式片式散热器。

[0021] 本发明提供的第七优选技术方案中，在所述步骤 4 中，计算常规双绕组变压器和站用变压器的年损耗，对比分析三绕组变压器的运行经济性；

[0022] 其中，双绕组变压器有功功率损耗

[0023] $$\Delta P_T = \Delta P_0 + \Delta P_K (\frac{S}{S_N})^2 \qquad (1)$$

[0024] 式中，S 为变压器负载的视在功率，kVA；$S_N$为变压器的额定容量，kVA；$\Delta P_0$为变压器的空载有功功率损耗，kW；$\Delta P_K$为变压器负载短路有功损耗，kW；

[0025] 三绕组变压器有功功率损耗：

[0026] $$\Delta P = P_0 + S^2 (\frac{P_{k1}}{S_{1N}^2} + C_2^2 \frac{P_{k2}}{S_{2N}^2} + C_3^2 \frac{P_{k3}}{S_{3N}^2}) \qquad (2)$$

[0027] 式中，$P_{k1}$、$P_{k2}$、$P_{k3}$分别为变压器一次、二次侧、三次侧绕组的负载有功功率损耗，kW；

[0028] $P_0$分别为变压器的空载有功功率损耗、无功功率损耗，kW；

[0029] 变压器年有功功率损耗：

[0030] $$\Delta W_T = \Delta P_0 t_{op} + \Delta P_k (\frac{S}{S_N})\ \tau_{max} \qquad (3)$$

[0031] 式中，$\Delta W_T$为变压器年有功功率损耗，kWh；$t_{op}$为变压器全年投入运行时间，h；$\tau_{max}$为变压器年最大负荷损耗小时数，h。

[0032] 本发明提供的第八优选技术方案中，所述步骤 5 包括如下步骤：(5-1). 对比

[0033] 常规变电站主设备配置，分析采用三绕组变压器的设备配置；

[0034] (5-2). 分析三绕组变压器低压侧供电的经济效益；

[0035] (5-3). 分析三绕组变压器的经济性。

[0036] 本发明提供的第九优选技术方案中，在所述步骤 5-1 中，采用双绕组变压器的 35kV 常规变电站，高压侧一般配置：1 台 35/10kV 双绕组变压器、1 台 35/0.4kV 直配变压器、1 台熔断器、1 台熔断器 + 负荷开关组合电器和 1 台避雷器；采用三绕组变压器的 35kV 变电站高压侧配置：1 台 35/10/0.4kV 三绕组变压器、1 台熔断器 + 负荷开关组合电器和一台避雷器。

[0037] 本发明提供的第十优选技术方案中，在所述步骤 5-2 中，三绕组变压器低压侧直供变电站周边负荷，减少了 10kV 配电设备，并降低了设备容量。

[0038] 本发明提供的较优选技术方案中，在所述步骤 5-3 中，结合 35kV 变电站的建设模式，在设备的使用周期内，分析采用三绕组变压器降低设备购置成本 (C)，减少运行损耗 (P)，综合分析三绕组变压器的经济性。

[0039] 本发明提供的第二较优选技术方案中，35kV 变电站的建设模式，包括 ：35kV 配电化变电站的布局方案和主设备配置。

[0040] 与现有技术比，本发明提供的一种适用于 35kV 配电化建设的三绕组变压器设计方法，采用一台 35/10/0.4kV 三绕组变压器通过 10kV 出线实现对较远居民负荷供电，0.4kV 出线解决变电站站用负荷或周边的居民负荷，可以有效克服常规站用变压器带来的设备配置多、保护配置复杂、故障率高等问题，且可以有效降低 35kV 变电站的整体造价 ；而且通过实时监测变压器的运行数据，有载调压开关可以实现分接头调节，实现变压器的最优经济运行，改善供电电压质量，提高 35kV 变电站配电化建设的实用性和经济性 ；降低了采购成本，又可减少占地面积，本方法提出的 35/10/0.4kV 三绕组变压器在相同供电负荷情况下，比等容量双绕组变压器运行损耗更小，可以有效实现变电站经济运行，达到节能减排的效果 ；加装有载调压开关，提高了变压器运行的经济性 ；负荷不稳定引起电压波动时，变压器可以通过调节电压高低，提升供电质量，提高设备出力，延长设备寿命，解决了配电网负荷峰谷时段电压合格率低的问题 ；再者，有效解决了传统 35kV 变电站设备配置多、保护配置复杂、故障率高等问题，有效提高了 35kV 变电站的供电可靠性。

## 附图说明

[0041] 图 1 为主设备选型对比图。

[0042] 图 2 为单台 1600/1600/50kVA 三绕组变压器与等容量双绕组变电站 1600kVA、站用变压器 50kVA 年有功损耗对比图。

[0043] 图 3 为变压器设计计算流程图。

## 具体实施方式

[0044] 一种适用于 35kV 配电化建设的三绕组变压器设计方法，适用于 35kV 配电化建设的三绕组变压器设计方法，包括如下步骤 ：

[0045] (1). 根据 35kV 配电化变电站的布局方案，确定 0.4kV 侧容量 ；

[0046] (2). 设定变压器的容量，进行三绕组变压器的本体设计 ；

[0047] (3). 对三绕组变压器进行材料选择 ；

[0048] (4). 计算三绕组变压器的运行损耗 ；

[0049] (5). 对配电站进行经济性分析。

[0050] 在所述步骤 1 中，分析 35kV 变电站的布局方案，计算变电站负荷，结合变电站周边的负荷密度和负荷距，根据变电站 0.4kV 侧的负荷需求，选择适当的容量。

[0051] 在所述步骤 2 中，变压器采用容量为 1600kVA 的 35kV 箱式变电站 ；变电站低压侧最大负荷为 40kW。

[0052] 三绕组变压器采用 35/10/0.4kV 三绕组变压器。

[0053] 所述步骤 2 包括如下步骤：

[0054] (2-1). 根据双绕组变压器的损耗水平，确定变压器的技术条件；

[0055] (2-2). 通过电磁计算确定三绕组变压器的参数；

[0056] (2-3). 对三绕组变压器的结构进行设计。

[0057] 其中，双绕组变压器为 S11 型。

[0058] 三绕组变压器的参数包括：额定电压和额定电流、铁芯直径、绕组数据、短路阻抗、负载损耗和空载损耗；其中，绕组数据包括：绕组匝数、导线选择、绝缘半径、绕组电阻和导线重量。

[0059] 在所述步骤 3 中，三绕组变压器的铁心选用高导磁冷轧取向硅钢片、导线采用无氧铜制作的漆包扁铜线、在高、中线圈内部设置了散热油隙；三绕组变压器采用全密封结构、散热器采用膨胀式片式散热器。

[0060] 在所述步骤 4 中，计算常规双绕组变压器和站用变压器的年损耗，对比分析三绕组变压器的运行经济性；

[0061] 其中，双绕组变压器有功功率损耗

[0062] $$\Delta P_T = \Delta P_0 + \Delta P_K (\frac{S}{S_N})^2 \quad (1)$$

[0063] 式中，S 为变压器负载的视在功率，kVA；$S_N$为变压器的额定容量，kVA；$\Delta P_0$为变压器的空载有功功率损耗，kW；$\Delta P_K$为变压器负载短路有功损耗，kW；

[0064] 三绕组变压器有功功率损耗：

[0065] $$\Delta P = P_0 + S^2 (\frac{P_{k1}}{S_{1N}^2} + C_2^2 \frac{P_{k2}}{S_{2N}^2} + C_3^2 \frac{P_{k3}}{S_{3N}^2}) \quad (2)$$

[0066] 式中，$P_{k1}$、$P_{k2}$、$P_{k3}$分别为变压器一次、二次侧、三次侧绕组的负载有功功率损耗，kW；

[0067] $P_0$分别为变压器的空载有功功率损耗、无功功率损耗，kW；

[0068] 变压器年有功功率损耗：

[0069] $$\Delta W_T = \Delta P_0 t_{op} + \Delta P_k (\frac{S}{S_N}) \tau_{max} \quad (3)$$

[0070] 式中，$\Delta W_T$为变压器年有功功率损耗，kWh；$t_{op}$为变压器全年投入运行时间，h；$\tau_{max}$为变压器年最大负荷损耗小时数，h。

[0071] 所述步骤 5 包括如下步骤：

[0072] (5-1). 对比常规变电站主设备配置，分析采用三绕组变压器的设备配置；

[0073] (5-2). 分析三绕组变压器低压侧供电的经济效益；

[0074] (5-3). 分析三绕组变压器的经济性。

[0075] 在所述步骤 5-1 中，采用双绕组变压器的 35kV 常规变电站，高压侧一般配置：1 台 35/10kV 双绕组变压器、1 台 35/0.4kV 直配变压器、1 台熔断器、1 台熔断器 + 负荷开关组合电器和 1 台避雷器；采用三绕组变压器的 35kV 变电站高压侧配置：1 台 35/10/0.4kV 三绕组变压器、1 台熔断器 + 负荷开关组合电器和一台避雷器。

[0076] 在所述步骤 5-2 中，三绕组变压器低压侧直供变电站周边负荷，减少了 10kV 配电设备，并降低了设备容量。

[0077] 在所述步骤 5-3 中，结合 35kV 变电站的建设模式，在设备的使用周期内，分析采用三绕组变压器降低设备购置成本 (C)，减少运行损耗 (P)，综合分析三绕组变压器的经济性。

[0078] 35kV 变电站的建设模式，包括 :35kV 配电化变电站的布局方案和主设备配置。

[0079] 通过以下实施例对适用于 35kV 配电化建设的三绕组变压器设计方法做进一步解释。

[0080] 本方法主要针对目前边远地区 35kV 变电站配电化的建设，35kV 变电站主变采用一台 35/10/0.4kV 三绕组变压器，0.4kV 侧配置适当容量，作为站用负荷或变电站周围负荷的供电电源，并根据成本节约和降低损耗两方面分析其经济性 ;同时考虑选择性配备有载调压开关，实现变压器的经济运行。

[0081] 方法内容 :

[0082] 1、根据 35kV 配电化变电站的布局方案，确定 0.4kV 侧容量

[0083] 分析 35kV 变电站的布局方案，计算变电站站用或周边的负荷大小，结合变电站周边的负荷密度和负荷距，根据变电站 0.4kV 侧的负荷需求，选择适当的容量。

[0084] 35kV 配电化变电站的布局方案 :

[0085] (1)35kV 户外式变电站，站用变压器采用 35/0.4kV 直配变压器接入 35kV 进线端，站用负荷包括综合自动化系统、通信电源 ( 电池 )、整流电源 ( 电池 )、空调机、检修用电、照明用电 ;变电站周边负主要为居民负荷，忽略不计 ;变电站低压侧最大负荷为 20kW。

[0086] (2)35kV 半箱式变电站，站用变压器采用 10/0.4kV 直配变压器接入 10kV 母线端，站用负荷包括综合自动化系统、通信电源 ( 电池 )、整流电源 ( 电池 )、空调机、检修用电、照明用电 ;变电站周边负主要为居民负荷，忽略不计 ;变电站低压侧最大负荷为 20kW。

[0087] (3)35kV 移动式变电站，站用变压器采用 10/0.4kV 直配变压器接入 10kV 母线端，站用负荷综合自动化系统、通信电源 ( 电池 )、整流电源 ( 电池 )、空调机、检修用电、照明用电 ;变电站周边负主要为居民负荷 ;变电站低压侧最大负荷为 40kW。

[0088] (4)35kV 箱式变电站，站用变压器采用 10/0.4kV 直配变压器接入 10kV 母线端，站用负荷包括综合自动化系统、通信电源 ( 电池 )、整流电源 ( 电池 )、空调机、检修用电、照明用电 ;变电站周边负主要为居民负荷 ;变电站低压侧最大负荷为 40kW。

[0089] 变电站周边负荷是指在变电站 500m 范围之内的非动力负荷。

[0090] 2、以变压器容量为 1600kVA 的 35kV 箱式变电站为例，变电站低压侧最大负荷为 40kW，进行 35/10/0.4kV 三绕组变压器的本体设计。

[0091] (1) 根据常规双绕组变压器 (S11 型 ) 的损耗水平，确定变压器的技术条件 ;

[0092] 其中，三相三绕组变压器的技术参数包括 :

[0093] 电压组合 :35±3×2.5% /10.5/0.4kV

[0094] 额定容量 :1600/1600/50 ～ 800kVA

[0095] 频率 :50HZ

[0096] 短路阻抗、空载损耗、负载损耗、空载电流

[0097] 联结组别 :Yd11yno

[0098] 调压方式 :有载调压

[0099] 冷却方式 :ONAN

[0100] (2) 电磁计算

[0101] 采用多种数据组合方案，根据变压器初始技术条件要求进行判定，确定符合条件的方案，通过约束遍数法进行优化选择。

[0102] 通过电磁计算确定变压器额定电压和额定电流、铁芯直径、绕组数据（绕组匝数、导线选择、绝缘半径、绕组电阻及导线重量）、短路阻抗、负载损耗、空载损耗等参数。

[0103] (3) 变压器结构设计

[0104] 根据变压器电磁计算的结果，实际运行环境及安装条件，进行结构优化设计。采用绘图软件绘制变压器设计图纸。

[0105] 3、材料选择

[0106] 三绕组变压器的设计要兼顾经济性和可靠性，主要包括原材料的选用、变压器整体结构、出线方式、测量和继电保护的设计，其中，铁心选用高导磁冷轧取向硅钢片，导线采用无氧铜制作的漆包扁铜线，考虑变压器线圈温升，在高、中线圈内部设置了散热油隙，确保线圈温升符合国家标准；变压器采用全密封结构，散热器采用膨胀式片式散热器，以解决散热及变压器油受热体积膨胀问题；出线端子采用箱盖瓷套管引出方式。

[0107] 4、运行损耗计算

[0108] 根据三绕组变压器的空载损耗和各个绕组的负载损耗，结合农村地区典型负荷率出现的时间统计，计算常规双绕组变压器和站用变压器的年损耗，对比分析三绕组变压器的运行经济性；

[0109] 其中，双绕组变压器有功功率损耗

[0110] $$\Delta P_T = \Delta P_0 + \Delta P_K (\frac{S}{S_N})^2 \qquad (1)$$

[0111] 式中，

[0112] S- 变压器负载的视在功率，kVA；

[0113] $S_N$- 变压器的额定容量，kVA；

[0114] $\Delta P_0$- 变压器的空载有功功率损耗，kW；

[0115] $\Delta P_K$- 变压器负载（短路）有功损耗，kW；

[0116] 三绕组变压器有功功率损耗：

[0117] $$\Delta P = P_0 + S^2 (\frac{P_{k1}}{S_{1N}^2} + C_2^2 \frac{P_{k2}}{S_{2N}^2} + C_3^2 \frac{P_{k3}}{S_{3N}^2}) \qquad (2)$$

[0118] 式中，$P_{k1}$、$P_{k2}$、$P_{k3}$- 分别为变压器一次、二次侧、三次侧绕组的负载有功功率损耗，kW；

[0119] $P_0$- 分别为变压器的空载有功功率损耗、无功功率损耗，kW；

[0120] 变压器年有功功率损耗：

[0121] $$\Delta W_T = \Delta P_0 t_{op} + \Delta P_k (\frac{S}{S_N}) \tau_{max} \qquad (3)$$

[0122] 式中，

[0123] $\Delta W_T$- 变压器年有功功率损耗，kWh；

[0124] $t_{op}$- 变压器全年投入运行时间，h；

[0125] $\tau_{max}$- 变压器年最大负荷损耗小时数，h；

[0126] 5、经济性分析

[0127] (1) 确定常规变电站和采用三绕组变压器变电站的主设备配置

[0128] 采用双绕组变压器的35kV变电站，高压侧一般配置：1台35/10kV双绕组变压器、1台35/0.4kV直配变压器、1台熔断器、1台熔断器+负荷开关组合电器、1台避雷器；采用三绕组变压器的35kV变电站高压侧配置：1台35/10/0.4kV三绕组变压器、1台熔断器+负荷开关组合电器、一台避雷器。

[0129] (2) 分析三绕组变压器低压侧供电的经济效益

[0130] 三绕组变压器低压侧直供变电站周边负荷，减少了10kV配电设备或降低了设备容量，节约了电网建设成本。

[0131] (3) 分析三绕组变压器的经济性

[0132] 结合35kV变电站的不同建设模式，在设备的使用周期内，分析采用三绕组变压器降低设备购置成本(C)，减少运行损耗(P)，综合分析三绕组变压器的经济性。

[0133] 需要声明的是，本发明内容及具体实施方式意在证明本发明所提供技术方案的实际应用，不应解释为对本发明保护范围的限定。本领域技术人员在本发明的精神和原理启发下，可作各种修改、等同替换、或改进。但这些变更或修改均在申请待批的保护范围内。

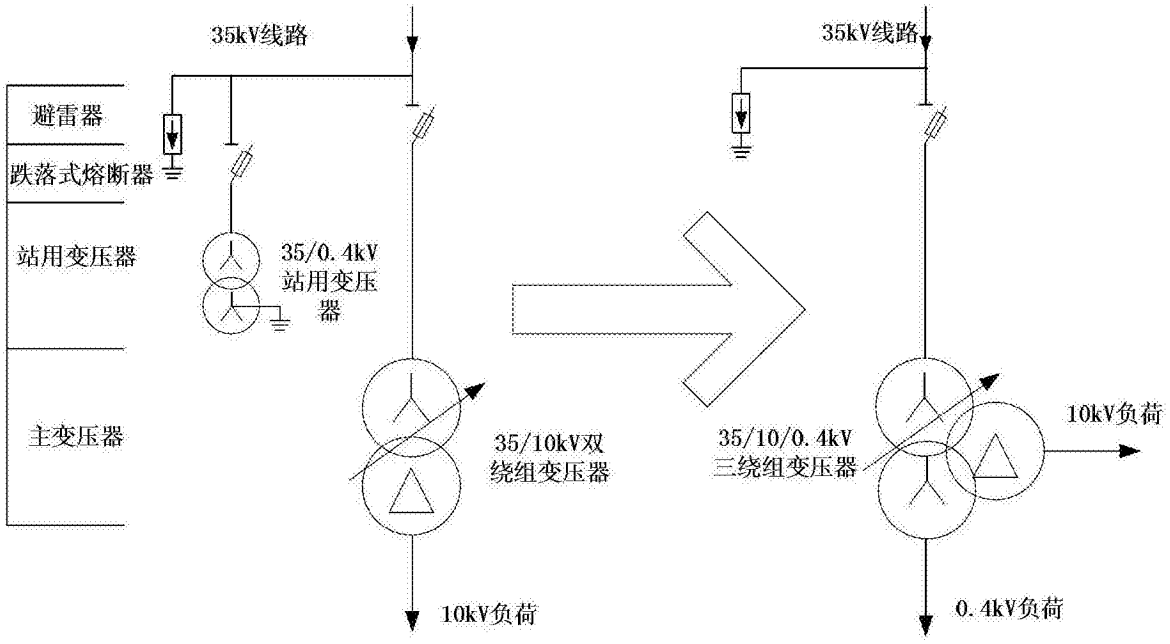

35kV线路
避雷器
跌落式熔断器
站用变压器
35/0.4kV
站用变压
器
主变压器
35/10kV双
绕组变压器
10kV负荷
35kV线路
35/10/0.4kV
三绕组变压器
10kV负荷
0.4kV负荷

图 1

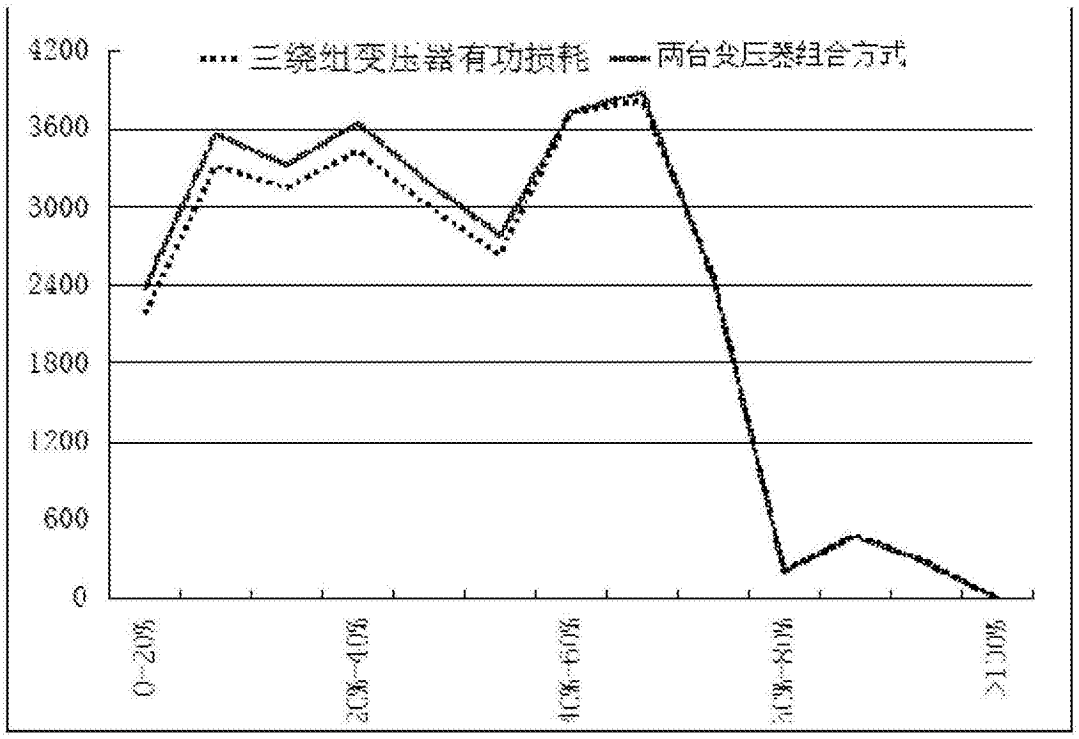

三绕组变压器有功损耗
两台变压器组合方式
4200
3600
3000
2400
1800
1200
600
0
0-20%
20%-40%
40%-60%
60%-80%
>80%

图 2

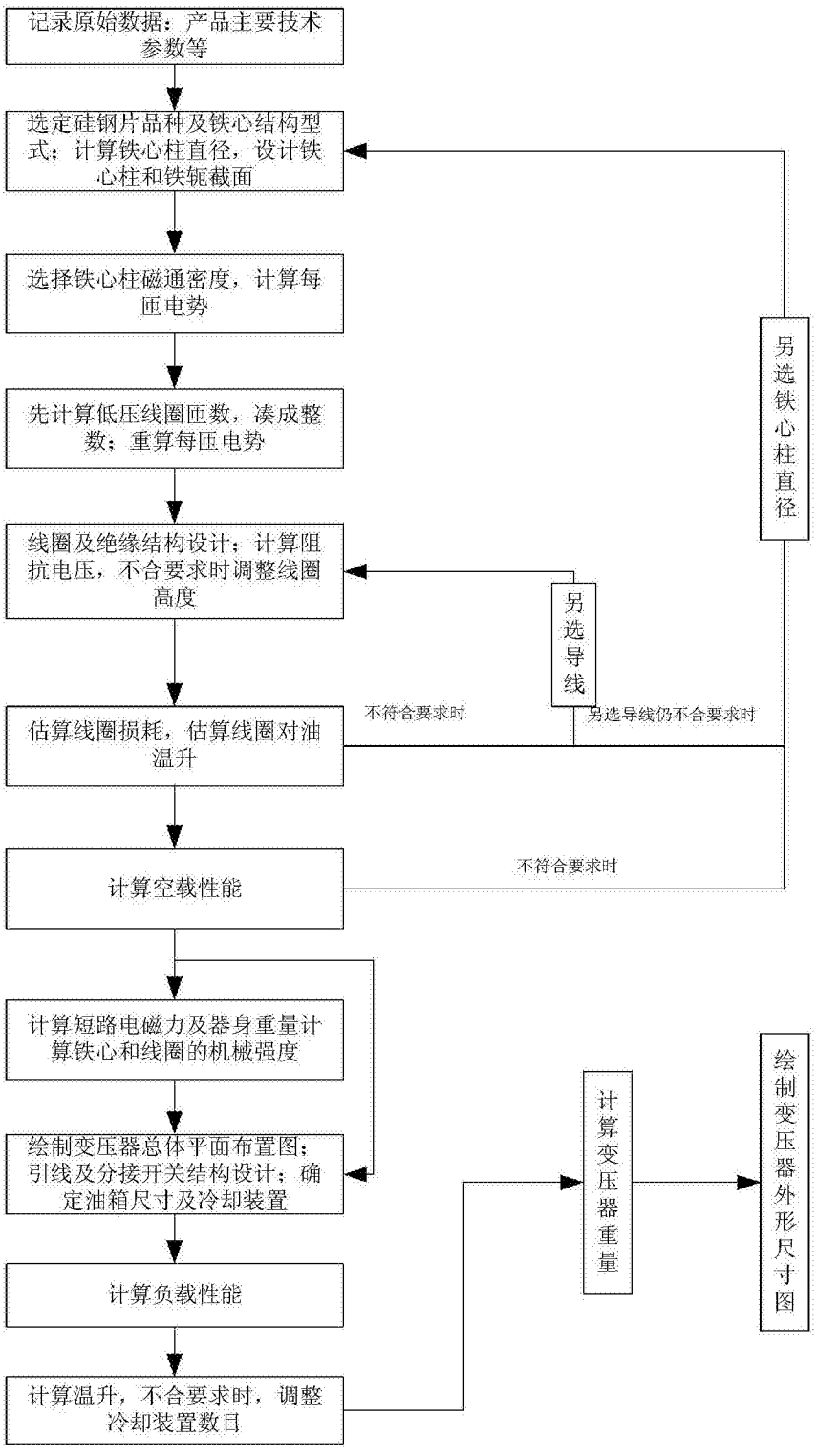

记录原始数据：产品主要技术参数等
选定硅钢片品种及铁心结构型式；计算铁心柱直径，设计铁心柱和铁轭截面
选择铁心柱磁通密度，计算每匝电势
先计算低压线圈匝数，凑成整数；重算每匝电势
线圈及绝缘结构设计；计算阻抗电压，不合要求时调整线圈高度
另选导线
另选铁心柱直径
估算线圈损耗，估算线圈对油温升
不符合要求时
另选导线仍不合要求时
计算空载性能
不符合要求时
计算短路电磁力及器身重量计算铁心和线圈的机械强度
绘制变压器总体平面布置图；引线及分接开关结构设计；确定油箱尺寸及冷却装置
计算负载性能
计算温升，不合要求时，调整冷却装置数目
计算变压器重量
绘制变压器外形尺寸图

图 3