



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105425100 B

(45)授权公告日 2018.09.25

(21)申请号 201510740474.4

(22)申请日 2015.11.04

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105425100 A

(43)申请公布日 2016.03.23

(73)专利权人 上海电气电站设备有限公司  
地址 200240 上海市闵行区莘庄工业区金  
都路3669号3幢

(72)发明人 周临 邹翔 叶开立 张蒙 周嵘

(74)专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司  
31001

代理人 翁若莹

(51)Int.Cl.  
G01R 31/06(2006.01)

(56)对比文件

CN 102135585 A,2011.07.27,  
US 2006164102 A1,2006.07.27,  
CN 104035029 A,2014.09.10,  
CN 102841291 A,2012.12.26,  
JP 5448154 B2,2014.03.19,  
龚道威 等.一种基于脉冲的微电机转子绕组故障检测方法.《微电机》.2015,第48卷(第2期),

审查员 蔡文亮

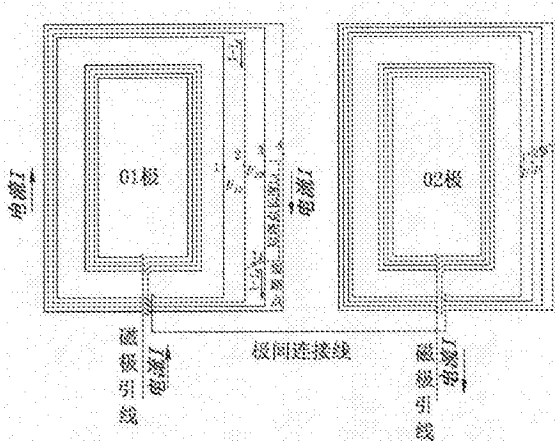
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种转子匝间短路故障程度测定及精确定位的方法

(57)摘要

本发明公开了一种转子匝间短路故障程度测定及精确定位的方法,其特征在于,在静止的滑环或轴向引线上施加一个安全的恒流直流电压,然后测量各组线圈电压,无匝间短路故障的转子其两极绕组的各个相对应部位的电压或电压差相当,进而可以初步判断短路所在线圈的组号,再测量每匝间的电压情况,根据短路匝之间的电压数值计算出短路点位置和短路程度。本发明将基尔霍夫电流定律引入到转子匝间短路故障点的查找,可在转子解体修理前确定故障点的具体位置,根据故障点位置科学合理地、有针对性的制定后续的工作方案,修理成本和周期大为减少,从而节省大量的人力、物力和财力,挽回巨大的经济损失。



1. 一种转子匝间短路故障程度测定及精确定位的方法,其特征在于,在静止的滑环或轴向引线上施加一个安全的恒流直流电压,然后测量各组线圈电压,无匝间短路故障的转子其两极绕组的各个相对应部位的电压或电压差相当,进而可以初步判断短路所在线圈的组号,再测量每匝间的电压情况,根据短路匝之间的电压数值计算出短路点位置和短路程度;具体包括以下步骤:

第一步:在转子引线处输入100V~200V恒压的交流电,测量每组线圈的电压分布,通过比较两极同号线圈的电压差,初步判断匝间短路故障点的所在线圈的组号;

第二步:在转子引线处输入10A~20A恒流的直流电,测量故障点所在组号线圈各匝之间的电压值以及另外一个极同组线圈每匝之间的电压值,同时记录电流方向;

第三步:计算出故障点的具体位置,即转子匝间短路位置:

选取转子上绕组的任意四个点作为电压测量点1、2、3、4,一匝线圈的长度为L,因铜排的截面一样,直流电阻与铜排长度成正比,单位长度电阻为 $R_L$ ,短路匝的匝间电压为 $U_{23}$ ,顺着电流方向与短路匝相邻的匝间电压为 $U_{12}$ ,正常的匝间电压为U,短路电流为 $I_d$ ,短路点和测量点的距离为 $L_d$ ,顺电流方向来看:

1) 测量点与故障点的距离 $L_d / L$ 的计算:

$$U_{23} = IR_L L_d + (I - I_d) R_L (L - L_d) = I R_L L - I_d R_L (L - L_d)$$

$$U_{12} = (I - I_d) R_L L_d + I R_L (L - L_d) = I R_L L - I_d R_L L_d$$

$$\therefore I_d = (I R_L L - U_{12}) / R_L L_d$$

$$U_{23} = I R_L L - (I R_L L - U_{12}) (L - L_d) / L_d$$

$$U_{23} L_d = I R_L L L_d - I R_L L (L - L_d) - U_{12} L_d + U_{12} L + I R_L L L_d$$

$$(2I R_L L - U_{23} - U_{12}) L_d = (I R_L L - U_{12}) L$$

$$\therefore (2U - U_{23} - U_{12}) L_d = (U - U_{12}) L$$

$$L_d / L = (U - U_{12}) / (2U - U_{23} - U_{12})$$

其中,U为未短路一匝的电压;

2) 转子匝间短路点短路程度 $(I - I_d) / I$ 的计算:

$$U_{23} + U_{12} = IR_L L_d + (I - I_d) R_L (L - L_d) + (I - I_d) R_L L_d + I R_L (L - L_d)$$

$$U_{23} + U_{12} = IR_L L + (I - I_d) R_L L$$

$$U_{23} + U_{12} - IR_L L = (I - I_d) U / I$$

$$(I - I_d) / I = (U_{12} + U_{23} - U) / U$$

其中,U为未短路一匝的电压。

2. 如权利要求1所述的转子匝间短路故障程度测定及精确定位的方法,其特征在于,所述正常的匝间电压U可通过测量另一极同样位置线圈测得。

## 一种转子匝间短路故障程度测定及精确定位的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种转子匝间短路故障程度测定及精确定位的方法。

### 背景技术

[0002] 发电机转子绕组匝间短路故障在转子电气绝缘事故中占较大比例,转子出现匝间短路故障需及时处理掉,如事先能确定故障点的具体位置,就有可能以很小的处理成本处理掉匝间短路故障。另外,匝间短路故障发生在转子的不同部位,其处理方案和处理成本就可能会有很大的差异。如果修理前确定了故障点的位置,就可以科学合理地、有针对性的制定后续的工作方案,修理成本和周期大为减少,从而节省大量的人力、物力和财力,挽回巨大的经济损失。而目前行业内常用的转子绕组直流电阻测量法、交流阻抗和损耗试验、两极平衡试验法、RSO试验法、电压分布法等都无法或者很难准确定位故障点的位置及匝间短路程度。因此,匝间短路故障点的定位是一项重要的技术,专利“一种转子匝间短路故障点定位的方法”提出了很好的技术方案。

[0003] 转子绕组直流电阻测量法理论上可以反映匝间短路故障,但匝间短路时造成的电阻下降量的变化可能比测试仪或者温度折算的误差还要小且只能定性判断;交流阻抗和损耗试验、两极平衡试验法、RSO试验法只能定性判断有无匝间短路但无法定位;电压分布法在某些情况下能定位对完全短路的匝间故障进行定位,但测量偏差大。

### 发明内容

[0004] 本发明所要解决的是提供一种转子匝间短路故障程度测定及精确定位的方法。

[0005] 为了解决上述问题,本发明提供了一种转子匝间短路故障程度测定及精确定位的方法,其特征在于,在静止的滑环或轴向引线上施加一个安全的恒流直流电压,然后测量各组线圈电压,无匝间短路故障的转子其两极绕组的各个相对应部位的电压或电压差相当,进而可以初步判断短路所在线圈的组号,再测量每匝间的电压情况,根据短路匝之间的电压数值计算出短路点位置和短路程度。

[0006] 优选地,具体包括以下步骤:

[0007] 第一步:在转子引线处输入100V~200V恒压的交流电,测量每组线圈的电压分布,通过比较两极同号线圈的电压差,初步判断匝间短路故障点的所在线圈的组号;

[0008] 第二步:在转子引线处输入10A~20A恒流的直流电,测量故障点所在组号线圈各匝之间的电压值以及另外一个极同组线圈每匝之间的电压值,同时记录电流方向;

[0009] 第三步:计算出故障点的具体位置,即转子匝间短路位置:

[0010] 选取转子上绕组的任意四个点作为电压测量点1、2、3、4,一匝线圈的长度为L,因铜排的截面一样,直流电阻与铜排长度成正比,单位长度电阻为 $R_L$ ,短路匝的匝间电压为 $U_{23}$ ,顺着电流方向与短路匝相邻的匝间电压为 $U_{12}$ ,正常的匝间电压为 $U$ ,短路电流为 $I_d$ ,短路点和测量点的距离为 $L_d$ ,顺电流方向来看:

[0011] 1) 测量点与故障点的距离 $L_d/L$ 的计算:

$$[0012] \quad U_{23} = IR_L L_d + (I - I_d) R_L (L - L_d) = IR_L L - I_d R_L (L - L_d)$$

$$[0013] \quad U_{12} = (I - I_d) R_L L_d + IR_L (L - L_d) = IR_L L - I_d R_L L_d$$

$$[0014] \quad \therefore I_d = (IR_L L - U_{12}) / R_L L_d$$

$$[0015] \quad U_{23} = IR_L L - (IR_L L - U_{12}) (L - L_d) / L_d$$

$$[0016] \quad U_{23} L_d = IR_L L L_d - IR_L L (L - L_d) + U_{12} L + IR_L L L_d$$

$$[0017] \quad (2I R_L L - U_{23} - U_{12}) L_d = (IR_L L - U_{12}) L$$

$$[0018] \quad \therefore (2U - U_{23} - U_{12}) L_d = (U - U_{12}) L$$

$$[0019] \quad L_d / L = (U - U_{12}) / (2U - U_{23} - U_{12})$$

[0020] 其中,U为未短路一匝的电压;

[0021] 2) 转子匝间短路点短路程度  $(I - I_d) / I$  的计算:

$$[0022] \quad U_{23} + U_{12} = IR_L L_d + (I - I_d) R_L (L - L_d) + (I - I_d) R_L L_d + I R_L (L - L_d)$$

$$[0023] \quad U_{23} + U_{12} = IR_L L + (I - I_d) R_L L$$

$$[0024] \quad U_{23} + U_{12} - IR_L L = (I - I_d) U / I$$

$$[0025] \quad (I - I_d) / I = (U_{12} + U_{23} - U) / U$$

[0026] 其中,U为未短路一匝的电压。

[0027] 优选地,所述正常的匝间电压U可通过测量另一极同样位置线圈测得。

[0028] 本发明的优点是方法简单、操作方便、定位准确,且可以适用于任何气体冷却方式的转子匝间短路故障的判断。

[0029] 本发明结合汽轮发电机转子的结构特点,合理利用基尔霍夫电流定律,通过分步查找、科学计算、精准定位来达到查找故障点的目的,最关键的是计算方法将匝间短路处的电流考虑在内,摒弃了现有方法只能计算完全短路且无法计算短路程度的缺点,能准计算出转子匝间短路的具体位置和短路程度。

[0030] 本发明将基尔霍夫电流定律引入到转子匝间短路故障点的查找,可在转子解体修理前确定故障点的具体位置,根据故障点位置科学合理、有针对性的制定后续的工作方案,修理成本和周期大为减少,从而节省大量的人力、物力和财力,挽回巨大的经济损失。

## 附图说明

[0031] 图1为转子上绕组的电路示意图。

## 具体实施方式

[0032] 为使本发明更明显易懂,兹以优选实施例,并结合附图作详细说明如下。

[0033] 实施例

[0034] 一种转子匝间短路故障程度测定及精确定位的方法,具体包括以下步骤:

[0035] 第一步:如图1所示,在转子引线处输入100V~200V恒压的交流电,测量每组线圈的电压分布,通过比较两极同号线圈的电压差,初步判断匝间短路故障点的所在线圈的组号;

[0036] 第二步:在转子引线处输入10A~20A恒流的直流电,测量故障点所在组号线圈各匝之间的电压值以及另外一个极同组线圈每匝之间的电压值,同时记录电流方向;

[0037] 第三步:计算出故障点的具体位置,即转子匝间短路位置:

[0038] 选取转子上绕组的任意四个点作为电压测量点1、2、3、4，一匝线圈的长度为L，因铜排的截面一样，直流电阻与铜排长度成正比，单位长度电阻为 $R_L$ ，短路匝的匝间电压为 $U_{23}$ ，顺着电流方向与短路匝相邻的匝间电压为 $U_{12}$ ，正常的匝间电压为U，短路电流为 $I_d$ ，短路点和测量点的距离为 $L_d$ ，顺电流方向来看：

[0039] 1) 测量点与故障点的距离 $L_d/L$ 的计算：

$$[0040] \quad U_{23} = IR_L L_d + (I - I_d) R_L (L - L_d) = IR_L L - I_d R_L (L - L_d)$$

$$[0041] \quad U_{12} = (I - I_d) R_L L_d + IR_L (L - L_d) = IR_L L - I_d R_L L_d$$

$$[0042] \quad \therefore I_d = (IR_L L - U_{12}) / R_L L_d$$

$$[0043] \quad U_{23} = IR_L L - (IR_L L - U_{12}) (L - L_d) / L_d$$

$$[0044] \quad U_{23} L_d = IR_L L L_d - IR_L L (L - L_d) + U_{12} L + IR_L L L_d$$

$$[0045] \quad (2I R_L L - U_{23} - U_{12}) L_d = (IR_L L - U_{12}) L$$

$$[0046] \quad \therefore (2U - U_{23} - U_{12}) L_d = (U - U_{12}) L$$

$$[0047] \quad L_d / L = (U - U_{12}) / (2U - U_{23} - U_{12})$$

[0048] 其中，U为未短路一匝的电压；

[0049] 2) 转子匝间短路点短路程度 $(I - I_d) / I$ 的计算：

$$[0050] \quad U_{23} + U_{12} = IR_L L_d + (I - I_d) R_L (L - L_d) + (I - I_d) R_L L_d + IR_L (L - L_d)$$

$$[0051] \quad U_{23} + U_{12} = IR_L L + (I - I_d) R_L L$$

$$[0052] \quad U_{23} - U_{12} - IR_L L = (I - I_d) U / I$$

$$[0053] \quad (I - I_d) / I = (U_{12} + U_{23} - U) / U$$

[0054] 其中，U为未短路一匝的电压，其可通过测量另一极同样位置线圈测得。

[0055] 以下为某电厂发电机机组转子发生匝间短路事故，通过上述方法查找匝间短路点。

[0056] 1、利用试验变压器在转子两极通入200V交流电。

[0057]

	P1朝上	P1朝左	P1朝右	P1朝下
总输入	199.7	199.2	200.1	200.1
P1	107.8	102.1	107.7	107.5
P2	91.9	92.2	92.2	92.8
差值	15.9	14.9	15.5	14.7

[0058] 由以上数据判断P2极存在匝间短路点。

[0059] 2、利用试验变压器在两极通入100V。

[0060] 单位：V

[0061]

	A-C	C-E	E-G	G-I
P1	9.4	13.9	14.8	14.7
P2	9.3	13.6	9.1	13.8
差值	0.1	0.3	5.7	0.9

[0062] 通过上述试验，P2极的5#、6#线圈为疑似故障线圈。

[0063] 3、利用恒定电流源(10A)通入两极，从通风孔处测量5#、6#线圈每匝电压分布。

[0064] 5#线圈匝间电压分布(测量点在励端)单位:V

[0065]

	P1	P2
U12	6.4	6.4
U23	6.4	6.3
U34	6.3	6.2
U45	6.2	6.1
U56	6.2	6.1
U67	6.3	6.2
U78	6.1	6.2

[0066] 通过上述试验,5#线圈无异常。

[0067] 6#线圈匝间电压分布(测量点在励端)单位:V

[0068]

	P1	P2
U12	6.4	6.5
U23	6.3	1.8
U34	6.3	5.7
U45	6.2	6.4
U56	6.2	6.2
U67	6.3	6.3
U78	6.2	6.8

[0069] 通过上述试验,6#线圈第2匝至第4匝为异常位置。

[0070] 根据试验数据和推算的公式—— $L_d/L = (U-U_{12}) / (2U-U_{23}-U_{12})$  可以计算的短路点位置为0.88L(L为一匝线圈周长),根据设计图纸尺寸,可计算的故障点大致位置为距测量点520mm,在励端端部位置。

[0071] 在转子解体后根据计算结果寻找故障点。实际故障点在6#线圈第3匝至第4匝间,距离测量点590mm。

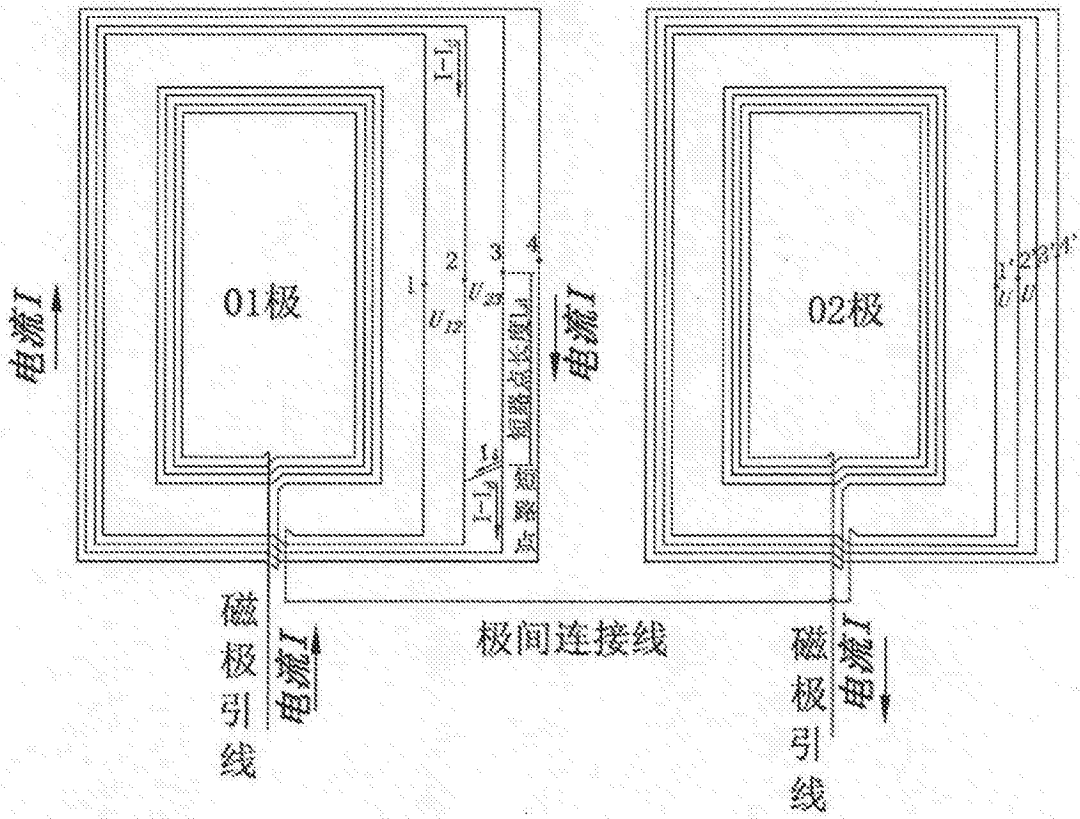


图1