

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H02K 9/26

H02K 9/193



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99803290.5

[43] 授权公告日 2003 年 8 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 1118124C

[22] 申请日 1999.1.13 [21] 申请号 99803290.5

[30] 优先权

[32] 1998.1.26 [33] DE [31] 19802801.6

[86] 国际申请 PCT/DE99/00044 1999.1.13

[87] 国际公布 WO99/38246 德 1999.7.29

[85] 进入国家阶段日期 2000.8.24

[71] 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 沃纳·阿德尔曼 库尔特·比彻

尤维·艾克尔贝格

霍斯特-沃纳·埃姆肖夫

雷纳·费希尔 克里斯托弗·莱曼

卡尔·施皮格尔霍夫

审查员 刘 平

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

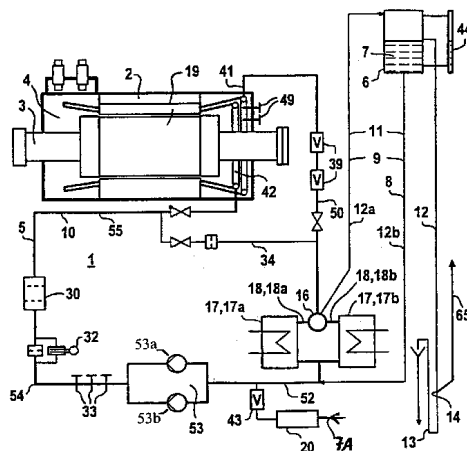
代理人 侯 宇

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 1 页

[54] 发明名称 冷却一发电机的冷却系统和方法

[57] 摘要

本发明涉及一种用于冷却一发电机(4)的定子(2)和/或转子(3)的冷却系统(1)和方法。在定子(2)和/或转子(3)中设置有防氧化冷却管道(19)。通过往冷却循环(5)中补充添加导电性更低的冷却剂(7a),可确保冷却循环(5)中的冷却剂(7)具有低导电性。



1. 一种用于冷却一发电机(4)的定子(2)和/或转子(3)的冷却系统(1), 它具有一冷却循环(5)和一个用于流经该冷却循环(5)的冷却介质(7)的补偿容器(6), 其中, 在定子(2)和/或转子(3)中设有防氧化冷却管道(19), 其特征在于, 该冷却系统(1)包括一个换新装置(20), 通过它向冷却循环(5)输入新鲜的冷却剂(7A), 使冷却剂(7)的导电性受到限制。

2. 如权利要求 1 所述的冷却系统(1), 其特征在于, 补偿容器(6)结合在一个与冷却系统(5)平行连接的并联管路(9)中。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的冷却系统(1), 其特征在于, 补偿容器(6)的容积在 50 至 800 升之间。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的冷却系统(1), 其特征在于, 一初级冷却剂流(10)可流过冷却循环(5), 一次级冷却剂流(11)可流过并联管路(9), 其中初级冷却剂流(10)的流量比次级冷却剂流(11)的流量大 10 至 1000 倍。

5. 如权利要求 4 所述的冷却系统(1), 其特征在于, 初级冷却剂流(10)的流量在 10 至 100m³/h 之间。

6. 如权利要求 4 所述的冷却系统(1), 其特征在于, 次级冷却剂流(11)的流量在 10 至 500l/h 之间。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的冷却系统(1), 其特征在于, 补偿容器(6)与一根用于将过量冷却剂(7)从冷却循环(5)中排出的排放管道(12)相连。

8. 如权利要求 7 所述的冷却系统(1), 其特征在于, 所述排放管道(12)具有一 U 形曲折段(13), 在此 U 形曲折段区域内设有一排气开口(14), 当补偿容器(6)内的气体限压被超过时, 就通过该排气开口(14)将气体从补偿容器(6)中排出。

9. 如权利要求 1 或 2 所述的冷却系统(1), 其特征在于, 补偿容器(6)与发电机(4)分开固定。

10. 如权利要求 1 或 2 所述的冷却系统(1), 其特征在于, 在冷却循环(5)内安装有一用于冷却剂(7)的除气和脱氧的稳流段(16)。

11. 如权利要求 10 所述的冷却系统(1), 其特征在于, 在冷却循环(5)内安装有一个带有一冷却剂入口(18)的冷却器(17), 其中在冷却剂入口(18)前连接有稳流段(16)。

12. 如权利要求 11 所述的冷却系统(1)，其特征在于，设有两个冷却器(17a, 17b)，它们的冷却剂入口(18a, 18b)通过稳流段(16)相互连通。

13. 利用一种如上述任一项权利要求所述的冷却系统(1)来冷却一水冷式涡轮发电机(4)的定子(2)。

5 14. 一种用于冷却一发电机(4)定子(2)的方法，其中，冷却剂(7)流经定子(2)和/或转子(3)中的防氧化冷却管路(19)，通过向冷却剂(7)补充输入具有更低导电性的新鲜冷却剂(7A)，可使冷却剂(7)的导电性受到限制。

15. 如权利要求 14 所述的方法，其中，冷却剂(7)在一条稳流段(16)中被除气和脱氧。

10 16. 如权利要求 15 所述的方法，其中，所述稳流段(16)连接在所述冷却器(17)之前。

冷却一发电机的冷却系统和方法

5 本发明涉及一种冷却一发电机的定子和/或转子的冷却系统和方法。

在 AEG 无线电手册第 12 期, 柏林 1970 年, 出版的名为“同步电机”一书中, 在第 53 页上记载了一种用氢气冷却的同步发电机, 它具有用水冷却的定子绕组。在这种发电机中因而需要一个水循环。该水循环由多个使初级冷却水循环的泵, 中间冷却器, 使定子绕组免受污染的滤清器以及一个设置在发电机上方的膨胀箱组成。在主循环的分支上设有精滤清器和一个用于制备水的离子交换器。由于定子绕组的冷却水必须用绝缘软管来输送, 只有很少一部分氢气通过它从电机内部扩散到水循环中。在未完全充满的膨胀箱内, 氢气成份有机会从水中逸出, 它通过一个压力调节阀和一个气表可排放到大气中。

15 DE-AS 22 22 487 涉及一种在充满液体的电机中将液体中未吸收的气体排出的装置, 按照图 1 和图 2, 采用两个用于一冷却循环的方案。在其中一个方案中, 一冷却剂补偿容器通过一分支管与冷却循环相连, 以便补充冷却剂。在该补偿容器设置在冷却循环之外的同时, 在冷却循环中连接有一个排气容器, 所有的冷却剂都流经它, 由此析出气体并将其排入外界大气中。在另一种方案中, 冷却剂补偿容器结合在一个与主冷却循环并联的副循环中。该副循环中的较小冷却剂流连续流过该冷却剂补偿容器并同时将其用作排气容器。

25 在西门子 1967 年第 41 册杂志, 第 10 期的第 838-839 页上借助图 5 描述了一种用于一水冷式电机的冷却水循环。出于绝缘方面的原因, 冷却水必须具有低导电性。为此在冷却循环中接入化学滤清器或离子交换器, 它能连续降低冷却水中的离子浓度。

本发明的目的在于提供一种简单且价廉的、冷却一发电机的定子和/或转子的冷却系统。本发明的另一目的在于还提供一种冷却一发电机的定子和/或转子的方法。

30 按照本发明, 有关提供冷却系统的目的通过这样一种冷却一发电机的定子和/或转子的冷却系统来实现, 它具有一冷却循环和一个用于补偿冷却循环

中流动的冷却剂的补偿容器，其中，在定子和/或转子中设置有防氧化的冷却管道，按照本发明，该冷却系统包括一个换新装置，通过它往冷却循环中添加新鲜的冷却剂，可使参加循环的冷却剂的导电性受到限制。

使用防氧化冷却管道，例如不锈钢制冷却管道的诸多优点在于：

- 5 a)可以不用计较冷却剂中的氧气含量有多少
- b)无需充入氮气来将冷却剂中的氧含量降至最低
- c)不用再关注 pH 值大小
- d)可取消离子交换器
- e)可省去启动发电机时调整水所耗费的大量时间

- 10 本发明基于以下构思：在具有防氧化冷却管道的冷却系统中，可以放弃设置化学滤清器和离子交换器。以简便和低廉的方式输入已消除电离的新鲜冷却剂，可以保证冷却剂的低导电性。相比其他冷却管道如铜制管道，在防氧化冷却管道中不必严格保持冷却循环封闭。

- 15 补偿容器优选结合在一个平行于冷却循环的并联管路中。通常在水冷式发电机中，如上所述设有一让所有冷却剂流经它的补偿容器。这就要求该补偿容器有很大的尺寸。这样一种补偿容器是一个很大的成本因数。以前的另一种办法是，补偿容器通过一条分支管与冷却循环联结在一起。但这种设置使冷却剂滞留在补偿容器中，会令其离子浓度逐渐增加。反之，把补偿容器结合在一条与冷却系统平行的副路上，则一方面可以减小补偿容器的尺寸，
- 20 另一方面可以使冷却剂连续流过补偿容器而不会滞留。从而避免了冷却剂的导电性的大幅度升高，由此再通过输入新鲜冷却剂，就可特别有效地限制导电性。

- 25 补偿容器优选可容 50 至 800 升，尤其是 100 至 300 升。另外优选让第一冷却介质流在冷却循环中流动，第二冷却介质流在并联管路中流动，其中第一冷却介质流比第二冷却介质流大 10 至 100 倍，尤其是 50 至 200 倍。第一冷却介质流流量最好在 10 至 100m³/h 之间，尤其是 20 至 40m³/h 之间。第二冷却介质流流量优选在 10 至 500l/h 之间，尤其在 100 至 250l/h 之间。

- 30 补偿容器优选与一根排放管道相连，它用于将过量的冷却剂从冷却循环中排出。这样过量的冷却剂可以简便的方式通过排放管放出，而迄今为止的作法却是必须设置一过压阀。

更加优选的是，该排放管道具有一个 U 型弯曲段，在此区域设置一排气

开口，当补偿容器内的气体超过限压时，就通过该排气开口将气体从补偿容器中排出。从而省掉了一个过压阀。优选通过一个视孔玻璃来控制冷却剂量。

5 补偿容器优选与发电机分离固定，因而不会与发电机一起构成某个结构单元。这样一种实施形式可通过尺寸更小的设置在冷却循环之外的补偿容器来实现。由此带来的优点是：不必为补偿容器设置昂贵的减震装置。而当补偿容器象迄今为止那样与发电机构成一个结构单元，例如设置在发电机上时，就需要这样一种减震装置。这样可使补偿容器在发电机运行时免于受到振动。

10 优选在冷却系统中设置一条稳流段，用于冷却剂的除气和脱氧。该稳流段例如可以是一条与冷却循环平行连接的管道。冷却剂在这条稳流段中的流速减慢，便于除气。最好使安装有补偿容器的并联管路从这条稳流段分叉而出。

15 另外优选将一个具有冷却剂入口的冷却器结合在冷却循环中，此时稳流段连接在冷却剂入口前。最好是设置两个冷却器，使它们的冷却剂入口通过稳流段相互连通。这种扩展(即设置两个冷却器)特别适合于设置稳流段。

优选采用该冷却系统来冷却一水冷式涡轮发电机，尤其是一发电功率在500至1300MVA之间的涡轮发电机的定子。

20 按照本发明，有关提供冷却方法的目的通过这样一种冷却发电机定子和/或转子的方法来实现，其中，冷却剂流经定子和/或转子中的防氧化冷却管道，通过向冷却剂补充输入具有更低导电性的新鲜冷却剂，可使冷却剂的导电性基本上受到限制。

这种方法的优点与上述本发明冷却系统的优点一样。

25 冷却剂优选在一条稳流段中，尤其是在一条连接在冷却器前面的稳流段中除气并脱氧。

下面借助附图所示实施例对本发明予以详细说明。

图1是用于发电机定子的一冷却系统的简图。

30 在图1中简略地且不成比例地示出一个用于一涡轮发电机4的冷却系统。该涡轮发电机4包括一个转子3和一个包绕该转子3的定子2。该定子2具有一个未详细示出的由许多导电体组成的电绕组。由不锈钢制成的多根冷却管道19(图中仅示意性地示出一根)穿过该电绕组。这些冷却管道19结合在

一个冷却循环 5 中。冷却剂 7(此处为水)在该冷却循环 5 中流动。冷却管道 19 均与一根热水集流管 41 连通。从热水集流管 41 中引出一根管道 50 通往两个并联连接的冷却器 17。在管道 50 中装有一个体积流测量装置 39。热水集流管 41 中的温度通过一个温度测量装置 49 来测定。第一冷却器 17a 有一个冷却剂进口 18a、第二冷却器 17b 有一个冷却剂进口 18b。一个稳流段 16 与冷却剂入口 18a 和 18b 并联连接。由冷却器 17a 和 17b 引出一根管道 52 通往一个泵单元 53。一可用一阀 43 打开和关闭的换新装置 20 通入该管道 52 中。该换新装置 20 用于输入已消除电离的新鲜冷却剂 7A。新鲜冷却剂 7A 的导电性低于冷却剂 7。通过混入新鲜冷却剂 7A，使冷却剂 7 的导电性受到限制，从而在任何时候均能满足绝缘要求。与通过离子交换器降低离子浓度的办法相比，这种控制导电性的方式具有不必维护、简便且成本低的优点。

一根管道 54 从泵单元 53 引出并通往一滤清器 30。该滤清器 30 用于过滤掉脏污颗粒。在管道 54 中还加装有一个导电性测量装置 32 以及一个温度测量装置 33。从滤清器 30 引出一根管道 55 通往一个冷水集流管 42。该冷水集流管 42 又与冷却管道 19 连通。

从稳流段 16 分出一根管道 12a 通往一个补偿容器 6。由该补偿容器 6 又分出一根管道 12b 通往沿水流动方向位于冷却器 17 之后的管道 52 中，从该补偿容器 6 出发又引出一根排放管道 12，它有个 U 形曲折 13，在此区域设有一个排气开口 14。当补偿容器 6 中的气压大到冷却剂 7 被压在低于排气开口 14 时就通过该排气开口将气体放出。另外在补偿容器 6 上设有一个充满度显示仪表 44。

用于冷却定子 2 的冷却循环 5 由下述部件构成：

- a) 定子 2 中的冷却管道 19
- b) 热水集流管 41
- c) 管道 50
- d) 稳流段 16 和冷却器 17
- e) 管道 52
- f) 管道 54
- g) 管道 55 和
- h) 冷水集流管 42

另外冷却循环 5 包括结合在其中的测量和运行设备，例如泵单元 53 或

滤清器 30。

此外还设有一根与发电机 4 并联的旁通管，通过一个阀可将其接通或阻断。通过另一个阀则可接通或阻断通往发电机 4 的管道 55。该旁通管在启动冷却系统 1 时还用于保护泵单元 53。

5 一并联管路 9 与冷却循环 5 并联连接，它包括

a)管道 12a，

b)补偿容器 6 和

c)管道 12b

这种冷却系统 1 的一个主要优点是补偿容器 6 设置在冷却循环 5 之外。

10 通过该并联管路 9 只有一相对较小的第二冷却剂流 11 流经补偿容器 6。这样补偿容器 6 可设计得相对较小。补偿容器 6 优选可容 50 至 800 升，尤其是 100 至 300 升。第二冷却剂流 11 例如比冷却循环 5 中的第一冷却剂流 10 小 50 至 200 倍。小型结构的补偿容器 6 特别价廉。此外它也不会与发电机 4 构成一个结构单元，这样它一方面不用配置减震装置，另一方面可安置在任意
15 一个特别适合的位置上。

上述冷却系统 1 的另一优点在于，在冷却器 17 前面连接有一个稳流段 16。水在此管路中缓慢流动并可除气。气体经管道 12a 输往补偿容器 6，由此例如可简便地通过容器顶部开口排出。此外对于补偿容器 6 取消了一个过压阀。通过排放管 12 就可平衡过压。

20 尤其对于带有防氧化冷却管道 19 的发电机可采用图示冷却系统 1。

下面详细介绍各组成部分。

1. 发电机的管路

冷水经过一个图中未示出的设置在发电机入口处的精滤清器输入发电机并馈入冷水集流管 42 垂直中分线下部。被发电机 4 加热的热水从热水集
25 流管 41 垂直中分线上部中抽取并在发电机 4 外部向下输送到冷却器 17。这种捆扎在运行时保证了集流管的自动通风和支撑。在即将进入发电机的进口处和出口处设有截止阀，它们可打开旁通管以完成清洗运行，冷却管道 19 不会被水充分或不情愿地浸润。旁通管中的体积流通过恰当的措施限制在泵单元 53 的额定体积流以内。

30 2. 泵

为使水循环设有两个相同功率的离心泵 53a, 53b。每个泵 53a, 53b 可选

择作为运转泵或备用泵。一旦运转泵失效，备用泵就会自动接通。为了驱动泵 53a, 53b 设有多个交流电动机，它们由不同的电网供电。

3. 滤清器

已充入并循环运转的水必须尽可能杜绝悬浮物，因为悬浮物会自动沉积并造成流动障碍。初级冷却介质流 10(此处为水)因此必须导入有相宜过滤精度的滤清器 30 中。并不需要旁通。污染度可通过一次压差测量获得。标准化设计是设置一个带有二进制极限值发送器的压差测量计。

4. 冷却器

冷却器 17 用于再冷却(中间冷却)初级水流 10。标准化设计是设置两个冷却器 17a, 17b，其中每个冷却器 17a, 17b 分别承担 50% 的冷却任务。作为冷却器 17 采用钎焊而成的板式冷却器。所有被浸润表面均由不锈钢制成。在用于冷却器 17 的初级水侧不设置旁通。对于故障情况因此由一个冷却器 17 承接全部初级水流。因压差增大而引起的(体积流)返流在此不会触发保护。在冷却器 17 的冷却剂初级侧入口 18a, 18b 有一并联管道，即稳流段 16，它作为气泡分离器用于使水流脱氧并将气泡放出。该稳流段 16 的横截面是为这一附加任务量身定做的。通过管道 12a，持续有一股较小的冷却器旁通水流流往补偿容器 6。利用这一次级冷却剂流可将析出的气泡从稳流段 16 带到补偿容器 6 中。

5. 补偿容器

补偿容器 6 通过分支管 12a, 12b 与冷却循环 5 连通。它能截获(补偿)因受热而导致的水的体积流量变化，将多余的水排出并作为排气和除气箱。当在启动过程中水逐渐充满冷却管道 19 时，它还能暂时提供附加所需水量。可使很少的体积流强制流经补偿容器 6。这样的体积流可将冷却循环 5 中的气泡带到补偿容器 6 中。补偿容器 6 的充满度从外面即可看到，当低于最小充填度时可通过警报使人获悉。排水和除气通过一个水接受器(Wasservorlage)结合在一起，使得水可无压地排出，而气体在补偿容器 6 中存在过压时可被排放到一个排气管 65 中。水接受器内的水通过换新装置 20 提供的新鲜水可持续予以更新。不需要监控维护水的充填度。通过扩散和最小漏泄，在一个氢气冷却式发电机中的氢气可渗入水中。当在补偿容器 6 内产生一过压时，该过压就会将 U 形曲折段中的压力支管内的水头压至排气开孔 14 高度，而将气体排入排气管 65 中。另外进入的氢气则通过排放管 12 引至排气管 65

内并且不会因此造成压力增大。在气泡分离器，即稳流段处的氮气增多使得用惰化气体冲洗补偿容器 6 成为可能。

6. 冷却剂输入

5 所馈入的更新用水从一个具有微弱导电性的消电网(Deionatnetz)中抽取。在泵 53a, 53b 前将水馈入并在馈入前使之流过精滤清器。体积流量可通过一手动调节阀来调节并将其局部(lokal)示出。当消电网(Deionatnetz)无压时，一个回流截止器用于防止初级水流损失。

图 1

