[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
H02K 9/19
G05D 21/00

# [12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 01138300.3

[43]公开日 2002年6月19日

[11]公开号 CN 1354546A

[22]申请日 2001.12.17 [21]申请号 01138300.3

[71]申请人 武汉大学
地址 430072 湖北省武汉市珞珈山
[72]发明人 叶春松

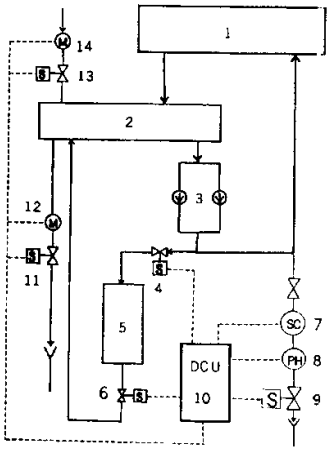
[74]专利代理机构 武汉科宏专利事务所
代理人 宋国荣

权利要求书2页 说明书5页 附图页数1页

[54]发明名称 大型发电机内冷水微循环缓释调控方法及其监控系统

[57]摘要

本发明公开了一种大型发电机内冷水微循环缓释调控方法及其监控系 统,适用于火电、核电、水电厂大型发电机组使用。其方法是:当测得循环 系统内冷水 pH 值和电导率小于一定值时,开启小混床进出口阀门,使部分内冷水通过旁路循环系统进行微循环,将小混床缓释出的微量碱性物质带入 内冷水箱,将内冷水 pH 值和电导率控制在一定范围内;当循环系统的内冷 水 pH 值和电导率达到一定值时,则关闭小混床进出口阀门;当在一定值时 同时开启内冷水水箱排污阀及除盐水补水阀,至内冷水电导率小于一定值为 止。其碱性物质由阴型和阳型树脂组成;其配套监控系统由内冷水水质监测 控制系统和旁路循环处理控制系统及补水排污控制系统组成。本发明能有效 防止内冷水水质恶化和抑制发电机空芯铜导线腐蚀,保障发电机安全、经济 运行。




ISSN1008-4274

01.12.21

# 权 利 要 求 书

1、一种大型发电机内冷水微循环缓释调控方法，其特征在于：包括下述监控过程：

A、当主循环系统内冷水的 pH 低于 7.5 且电导率<3.0μS/cm 时，开启旁路循环系统的小混床进出口阀门进行微循环，让小混床缓释出的微量碱性物质进入内冷水箱；

B、当主循环系统内冷水 pH 值上升到 8.5 且电导率不超过 3.0μS/cm 时，关闭旁路循环系统小混床的进出口阀门；

C、当主循环系统内冷水的 pH≥9.0 或电导率>3.0μS/cm 时，关闭旁路循环系统的小混床进出口阀门，开启内冷水箱除盐水补水阀和排污阀至电导率<1.0μS/cm 停止。

2、根据权利要求 1 所述的调控方法，其特征在于：内冷水 pH 值和电导率的检测采取非连续取样方式，采样间隔时间为 2h～8h。

3、根据权利要求 1 所述的调控方法，其特征是：根据机组参数高低和系统具体工艺，开启旁路循环系统时内冷水电导率上限设定为 2.0μS/cm 或 3.0μS/cm，补水时，电导率的下限设定为 0.6μS/cm 或 0.8μS/cm。

4、一种用于权利要求 1 所述的调控方法的碱性物质，其特征在于：它由阴树脂和阳树脂组成，阴阳树脂可采用高纯度专用树脂或特定工艺再生的高纯度树脂；阴阳树脂的配比根据发电机机组参数和内冷水水质特性确定。

5、根据权利要求 4 所述的碱性物质，其特征在于，所述的阴树型脂为不

含 Cl 型树脂的 OH 型树脂，阳型树脂为非 H 型一价阳离子型离子交换树脂，可以是 Na 型，K 型，$NH_4$ 型，或 Li 型阳离子交换树脂。

6、一种实现权利要求 1 所述的调控控方法的监控系统，其特征在于，它包括内冷水循环系统和旁路循环系统；该旁路循环系统包括一个测控单元（10），和若干测控仪表及受控小混床（5）。

7、根据权利要求 6 所述的监控系统，其特征在于，内冷水循环系统中内冷水箱（2）的呼吸口安装有高纯水防污器，或高纯氮气胶囊，溢流管出水口安装有逆止阀或防气体回流密封构件。

8、根据权利要求 6 所述的监控系统，其特征在于，测控单元（10）分别通过阀门，测控仪表的信号电缆与受控小混床（5），循环泵（3），内冷水箱（2），发电机（1）连通。

9、根据权利要求 6 或 8 所述的监控系统，其特征在于，测控仪表包括电导率表（7），pH 值测定表（8），排污流量计（12）及补水流量计（14）。

01.12.21

# 说 明 书

## 大型发电机内冷水微循环缓释调控方法及其监控系统

### 技术领域

本发明涉及一种大型发电机内冷水微循环缓释调控方法及其监控系统，属于电机工程技术领域。

### 背景技术

火电厂、核电站汽轮发电机、水电站水轮发电机等大型发电机的定子绕组和双水内冷发电机的转子绕组采用的是高纯水循环冷却，其冷却水水质受空气中氧气和二氧化碳污染而恶化，因而导致空芯铜导线发生腐蚀。目前，通常采取的防护方法是冷却水箱用氮气或氢气密封和向内冷水添加 MBT 或 BTA 及其衍生物等缓蚀剂（见《发电机冷却介质》，水利电力出版社，1995 年 11 月第一版）。由于内冷水循环系统及其补给水管路的气密性很难得到保证，故用氮气或氢气进行气体密封的方法在工程实践上很少采用，而氢气的使用存在安全隐患。添加 BTA 等缓蚀剂的方法较为常用，但仍存在不少缺点，其主要问题是：1、 靠人工加入和人工取样分析检测其在系统中的残余浓度；2、所用缓蚀剂为弱电解质，没有一个适合于在线检测的特征参数，不适应于自动控制；3、所用缓蚀剂为含有苯环结构的有机物，所形成的保护膜热阻较大，不利于发电机铜导线绕组的冷却散热；4、需要经常人工补加药剂以修补保护膜。实际上，目前很多电厂没有对发电机的内冷水采取任何调节控制措施，内冷水的 pH 值长期偏低、Cu 含量经常超标，只好采用频繁换水的方法

维持电导率合格，这种方法既没有解决铜导线的腐蚀问题，同时又浪费了很多高纯水。内冷水水质问题成为发电机安全隐患之一，并限制了发电机的出力。

## 发明内容

本发明的目的是提供一种大型发电机内冷水微循环缓释调控方法及其监控系统，在有溶解氧存在的条件下有效防止空芯铜导线发生腐蚀。

本发明的技术方案是这样实现的：

本发明的一种大型发电机内冷水微循环缓释调控方法，它包括下述监控过程：A、当主循环系统内冷水的 pH 值低于 7.5 且电导率<3.0μS/cm 时，开启旁路循环系统的小混床进出口阀门进行微循环，让小混床缓释出的微量碱性物质进入内冷水箱；B、当主循环系统内冷水的 pH 值上升到 8.5 且电导率不超过 3.0μS/cm 时，关闭旁路循环系统小混床的进出口阀门；C、当主循环系统内冷水的 pH≥9.0 或电导率>3.0μS/cm 时，关闭旁路循环系统的小混床进出口阀门，开启内冷水箱除盐水补水阀和排污阀，至电导率<1.0μS/cm 停止。

一种用于本发明调控方法的碱性物质，它由阴树脂和阳树脂组成，阴阳树脂可采用高纯度专用树脂或特定工艺再生的高纯度树脂；阴阳树脂的配比根据发电机机组参数和内冷水系统特性确定。

一种实现本发明调控方法的监控系统，它包括内冷水循环系统和旁路循环系统；该旁路循环系统包括一个测控单元 10，和若干测控仪表及受控小混床 5。

本发明的优点是：由于将内冷水调节为碱性而使得铜腐蚀电位差减小，使得 Cu 的腐蚀速度大为降低，更因为生成的氧化产物主要是具有保护作用的 $Cu_2O$，从而使基体金属铜得到有效的保护。本发明独到之处在于巧妙利用小混床对内冷水的自净化能力降低水中杂质和同时缓释碱性物质用作抑制铜的腐蚀；利用易于检测的水质参数（pH 值、电导率）实现自动检测和自动调控，不需人工检测和加药，而且系统能长期有效运行，不需频繁换水、补水。

## 附图说明

图 1 是本发明的监控系统示意图。

## 具体实施方式

图中：1、发电机定子绕组，2、内冷水箱，3、内冷水循环泵。测控单元 10 从在线电导率表 7、在线 pH 计 8 采集内冷水的水质信号，经处理后，发出控制信号，开启或关闭电磁阀 4 和 6，控制小混床 5 的投运或停运；或控制电磁阀 11 和 13 的开启或关闭，进行排污和补水操作；测控单元 10 从排污流量计 12 和补水流量计 14 采集流量信号并进行水量平衡调节；测控单元 10 还根据设定值控制电磁阀 9 的开启或闭合，进行非连续水质检测控制。

实现本发明方法的碱性物质来源于由阴树脂和阳树脂组成的混床。阴阳树脂可采用高纯度专用树脂或特定工艺再生的高纯度树脂；小混床中阴阳树脂的配比根据发电机机组参数和内冷水系统特性确定。

本发明监控系统，它包括内冷水循环系统和旁路循环系统；该旁路循环系统包括一个测控单元 10，和若干测控仪表及受控小混床 5；内冷水循环系统中内冷水箱 2 的呼吸口安装有高纯水防污器，或高纯氮气胶囊，溢流管出

水口安装有逆止阀或防气体回流密封构件；测控单元 10 分别通过阀门，测控仪表的信号电缆与受控小混床 5，循环泵 3，内冷水箱 2，发电机 1 连通；测控仪表包括由电导率表 7，pH 值测定表 8，排污流量计 12 及补水流量计 14。

本发明的方法原理是，利用内冷水循环系统的旁路净化系统中的小混床 5 进行微循环，由流过小混床 5 的内冷水将树脂层缓释出的碱性物质带入内冷水箱 2，借此调节内冷水水质和抑制空芯铜导线的腐蚀。本发明提出的调控方法，其特征在于：A、当测得的内冷水循环系统内冷水的 pH 低于 7.5 且电导率低于 3.0μS/cm 时，开启傍路循环系统小混床 5 进出口阀门 4 和 6，让一部分内冷水经小混床 5 进行微循环，将小混床 5 树脂层缓释出的碱性物质带入内冷水箱 2；B、当内冷水循环系统内冷水 pH 上升到 8.5 且电导率不超过 3.0μS/cm 时，关闭旁路循环系统的小混床 5 的进出口阀门 4 和 6；C、当内冷水 pH 值达到或超过 9.0 或电导率超过 3.0μS/cm 时，关闭小混床 5 的进出口阀门 4 和 6，开启内冷水箱 2 的除盐水补水阀 13 和排污阀 11 至电导率降低到小于 1.0 μ S/cm。

本发明旁路碱性物质是在傍路循环系统的小混床 5 中，阴离子交换树脂采用不含 Cl 型树脂的 OH 型阴离子交换树脂；阳离子交换树脂的离子形态可以是 Na 型、K 型、$NH_4$ 型或 Li 型等非 H 型的一价阳离子型。阴阳树脂是高纯度专用树脂或特定工艺再生的高纯度树脂。阴阳树脂的配比事先根据发电机 1 内冷水水质情况确定，一般情况下采用等工作交换容量配比，且应混合均匀。为了减少微循环系统启停次数，延长内冷水不换水连续循环冷却运行时间，对系统还可采取进一步的措施，防止空气中的 $CO_2$ 的进入引起 pH 值

的下降和 $HCO_3^-$及 $CO_3^{=}$含量增加。这个措施就是，对于闭式循环系统，在内冷水箱呼吸口前安装高纯水防污器，或安装高纯氮气胶囊，在溢流管出水口安装逆止阀或防止气体回流的密封装置。

本发明的缓释调控方法还有下述实施例：为了减少内冷水的损失，降低内冷水箱补水频率，内冷水 pH 值和电导率的检测采用非连续取样工作方式，根据水质参数信息采样需要，提前一定时间开通取样水阀，控制系统取得水质信息后，即时关闭取样水阀。在非补水或换水期间，采样间隔为 2h~8h，每次通水时间不超过 15min。根据机组参数高低和系统具体工艺控制旁路系统的投远和停运。旁路微循环系统投远时，内冷水电导率上限设定为 2.0μS/cm 或 3.0μS/cm；内冷水箱补水时，电导率的下限可设定为 0.6μS/cm 或 0.8μS/cm。

本发明采用微循环缓释调控技术，利用小混床 5 去除内冷水中的杂质，将铜离子和其它非一价金属离子转换成一价金属离子或铵离子，将碳酸氢根离子和其它阴离子转换为氢氧根离子，使内冷水保持微碱性。由于铜—水体系的水呈碱性，使得溶解氧的氧化还原反应的氧电极电位降低，因为：

在酸性介质中： $2H_2O = O_2 + 4H^+ + 4e$ $\quad _e^\circ = 1.229V$

在中性介质中： $2OH^- = O_2 + 2H^+ + 4e$ $\quad _e^\circ = 0.815V$

在碱性介质中： $4OH^- = O_2 + 2H_2O + 4e$ $\quad _e^\circ = 0.401V$

而且在弱碱性介质中，Cu 氧化还原反应为：

$2Cu + 2OH^- = Cu_2O + H_2O + 2e$ $\quad _e^\circ = 0.043V$

$Cu + 2OH^- = CuO + H_2O + 2e$ $\quad _e^\circ = 0.156V$

01.12.21

# 说 明 书 附 图

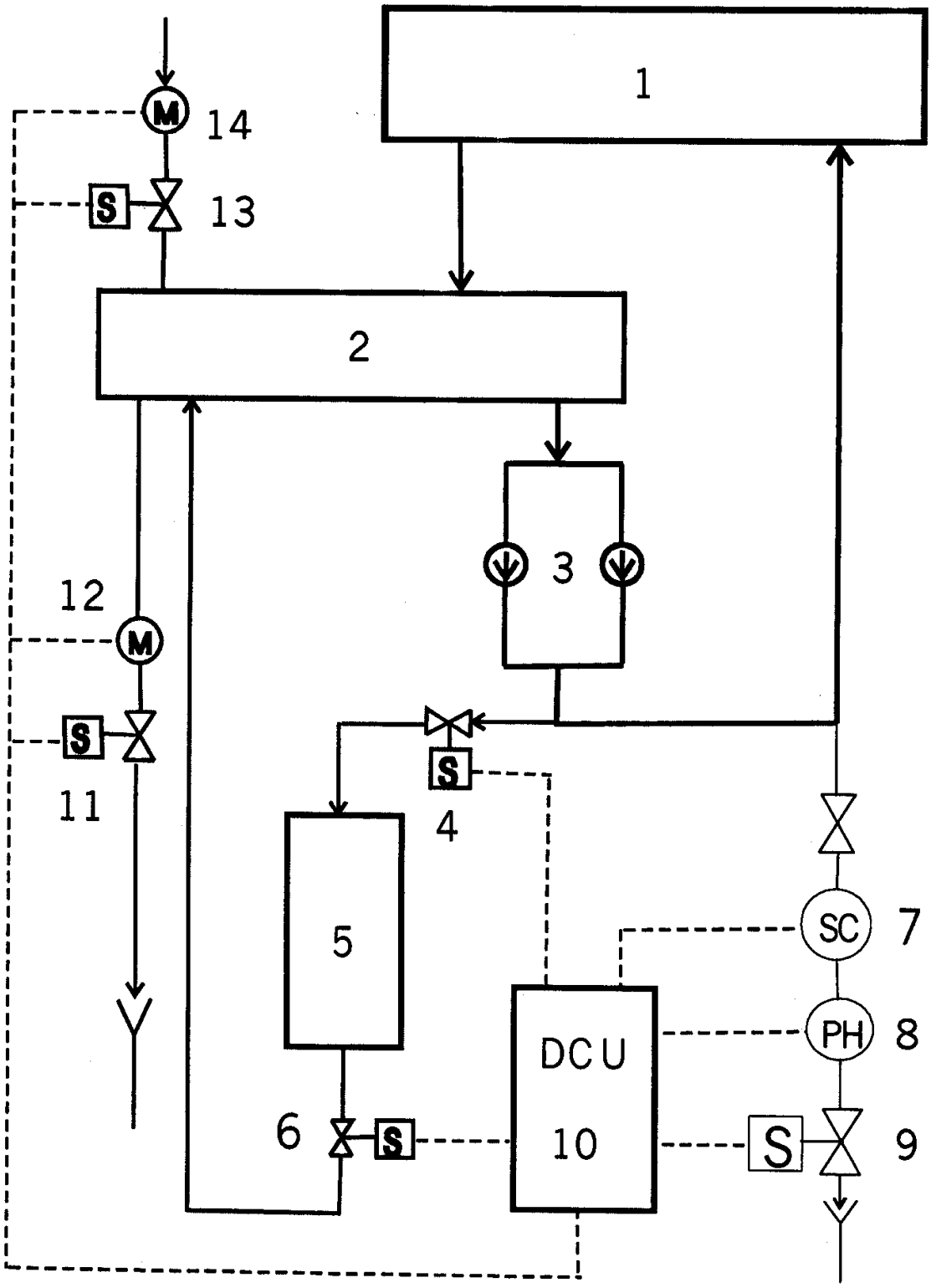



图 1