

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97199141.3

[45]授权公告日 2002年5月15日

[11]授权公告号 CN 1084824C

[22]申请日 1997.11.7

[21]申请号 97199141.3

[30]优先权

[32]1996.11.8 [33]DE [31]19646182.0

[86]国际申请 PCT/DE97/02607 1997.11.7

[87]国际公布 WO98/21451 德 1998.5.22

[85]进入国家阶段日期 1999.4.26

[73]专利权人 西门子公司

地址 联邦德国慕尼黑

[72]发明人 埃德温·戈勃里克特

罗尔夫·兰贝恩

[56]参考文献

CH3909947A 1965. 8. 31 _

DE2605689A 1977. 8. 4 _

DE2805303A 1978. 8. 10 _

审查员 杨克菲

[74]专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

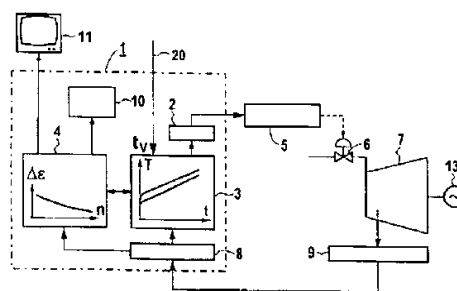
代理人 侯宁

权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图页数 1 页

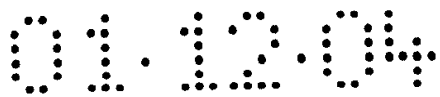
[54]发明名称 调节涡轮机负荷变化过程的涡轮机控制设备及方法

[57]摘要

本发明涉及一种用于调节涡轮机(7)负荷变化过程的涡轮机控制设备,它具有—限制器(3),可向限制器中输入一个用于可变地预定负荷变化过程持续时间 t_v 的参数。在限制器(3)中,在考虑到最大允许的极限值的情况下,确定用于在持续时间 t_v 中实施负荷变化过程的涡轮机控制参数(VAR)。在消耗单元(4)中事先确定按涡轮机控制参数(VAR)实施负荷变化过程的材料消耗。此外本发明还涉及调节涡轮机(7)负荷变化过程的方法。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种涡轮机控制设备(1)，用于调节一涡轮机(7)的负荷变化过程，它具有—限制器(3)，该限制器可被输入一个用于可变地预定负荷变化过程持续时间 t_v 的参数，并在限制器中，在考虑到最大允许材料应力的情况下，确定用于在持续时间 t_v 中实施负荷变化过程的涡轮机控制参数(VAR)。
2. 按照权利要求 1 所述的涡轮机控制设备(1)，它具有—消耗单元(4)，主要用于事先确定按涡轮机控制参数(VAR)实施负荷变化过程的材料消耗。
3. 按照权利要求 1 或 2 所述的涡轮机控制设备(1)，它具有—调节单元(5)，该调节单元可被输入涡轮机控制参数(VAR)的当前值，以及为了调节负荷变化过程、它与涡轮机(7)的调节机构(6)连接。
4. 按照权利要求 2 所述的涡轮机控制设备(1)，它具有—负荷单元(8)，其中可输入涡轮机(7)的系统参数，如压力或温度，该负荷单元与消耗单元(4)和/或限制器(3)连接。
5. 按照权利要求 2 所述的涡轮机控制设备(1)，其中，所述消耗单元(4)与—存储媒体(10)和/或—输出媒体(11)连接。
6. 按照权利要求 1 或 2 所述的涡轮机控制设备(1)，其中，在限制器(3)内确定出有关实施负荷变化过程的涡轮机控制参数(VAR)，使得该控制参数是一个用于材料疲劳的度量，且使得材料疲劳在负荷变化过程中基本保持恒定。
7. 一种对在持续时间 t_v 内实施的涡轮机(7)负荷变化过程进行调节及确定材料消耗的方法，其中，在考虑到过程参数和材料参数的情况下，事先确定在负荷变化过程中产生的表征材料消耗的涡轮机控制参数(VAR)，并在持续时间 t_v 期间通过涡轮机控制参数(VAR)实施涡轮机调节，使得涡轮机(7)在持续时间 t_v 内从—初始状态(A)过渡到—最终状态(Z)。
8. 按照权利要求 7 所述的方法，其中，所述涡轮机控制参数(VAR)被这样确定，使得材料疲劳在整个持续时间 t_v 内基本保持恒定。
9. 按照权利要求 7 或 8 所述的方法，其中，通过涡轮机控制参数(VAR)至少调节一个涡轮机参数。
10. 按照权利要求 7 或 8 所述的方法，其中，事先显示因负荷变化过程引起的预期的附加材料疲劳。



说明书

调节涡轮机负荷变化

过程的涡轮机控制

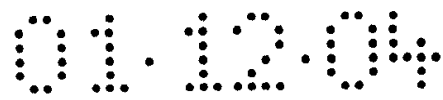
设备及方法

5

本发明涉及一种调节涡轮机，尤其是蒸汽涡轮机负荷变化过程的涡轮机控制设备及方法，其中在负荷变化过程中顾及最大允许的材料负荷。

在 Hitachi Review 27 卷 No.7/1978 中由 N.Honda、Fh.Kavano、
10 J.Matsumura 著的论文“用于涡轮机起动的数字化计算机控制系统-Digital
Computer Control System for Turbine Start-Up”，已知用于实施蒸汽涡轮机加
速起动过程的计算机系统及方法。其中，起动过程借助于作为调节参数的热
应力进行调节，这些热应力被预先计算出并用作提升涡轮机转速的调节参数
和用作涡轮机与用于负荷输出的发电机耦合的调节参数。起动过程再分成许
15 多小的时间步骤，其中针对每个时间步骤通过求解一个偏微分方程得出沿
涡轮轴的温度分布。若由此算出的热应力在允许的范围内，则向涡轮机转速调
节器或功率调节器传输一个相关的信号，它与涡轮机是否处于加速阶段(即此
时轴的转速增加)，或与涡轮机是否处于功率耦合阶段(即此时涡轮机与发电
机连接和为了获得所需的功率而加速)有关。该方法和相关的计算机系统在考
20 虑到对于一定的起动频度所允许的材料负荷的情况下，可使涡轮机的起动时
间尽可能短。

在 BWK 第 36 卷 No.12/1984 中 P.Martin 等人著的论文“发电站涡轮机
的温度控制装置-Temperaturleitgeraet fuer Kraftwerksturbinen”中介绍了一种
设备，通过它监控所选定的涡轮机零件的应力。借助于此设备调节涡轮机的
25 每一个起动过程，所以在预期的涡轮机运行时间内材料的疲劳保持低于临界
值。其中的前提条件是，涡轮机在其使用寿命期间约完成 4000 次起动过程，
其中约 3000 次热态起动，700 次热机起动和 300 次冷态起动。对于调节规
定了目标功率和额定功率过渡过程。在考虑测得的转速的情况下确定蒸汽向
转子材料的热传导，由此确定转子内的温度分布，以及再由此确定作为热应
30 力与机械应力的叠加值的应力值。由转子及阀门体内部的总应力计算出由持
久应力与交变拉伸应力组成的疲劳度部分，并累加成总疲劳度，每天记录此



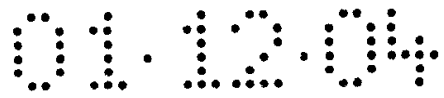
总疲劳度。所算得的应力值用于调节起动过程，在这里规定额定温度过渡过程作为极限。

5 在西门子公司 - 能源技术第 4 册(2/1982)中由 E.Gelleri 和 F.Zerrmayr 著的论文“用于监控蒸汽轮机热态的涡轮机控制用计算机-Turbinenleitnehmer zur thermischen Ueberwachung von Dampfturbinen”介绍了一种涡轮机控制用计算机，其中起动变化速度和功率变化速度通过考虑材料疲劳得以控制，且同时测量所造成的材料疲劳。构件的平均温度 T_m 与表面温度 T_1 之间的差值用于衡量热应力。为了使调节适应于不同的起动和停车过程以及在定压运行涡轮机的功率变化时，设有三个不同的调节模块，它们对应于快速、中速和慢速变化。视不同的模式，根据平均温度 T_m 预先给定最大允许温度差($T_m - T_1$)。由涡轮机控制用计算机确定当前的温度差，由此计算出相对于最大允许温度差的裕度。除了确定瞬时裕度外还展望裕度预期的变化过程。由这两个值构成一个控制参数，利用此控制参数并通过对转速和功率的额定值的控制，提前改变起动速度和加载速度，进而实现装置特性的动力学匹配。为伴随运行来调节起动或停车过程以及功率变化过程，计算出因交变拉伸疲劳引起的寿命折损，从而可以及时和有预见性地确定，须在何时仔细检查涡轮机。起动模式“正常”相当于通过这种起动模式可以保证涡轮机能安全承受 4000 次负荷变换。起动模式“快速”导致可承受相应于更高负荷的约 800 次的负荷变换，以及起动模式“慢速”导致较少的材料疲劳，所以此时可保证安全承受约 10000 次的负荷变换。

25 本发明的目的是提供一种调节涡轮机负荷变化过程的涡轮机控制设备，通过它在考虑到最大允许的材料应力的情况下，可根据发电方面的运行要求柔性地改变涡轮机的运行条件。此外，本发明的目的是提供一种调节涡轮机负荷变化过程的相应方法。

30 本发明有关装置方面的目的通过一种用于调节一涡轮机负荷变化过程的涡轮机控制设备来实现，它具有一个限制器，该限制器可被输入一个用于可变地预定负荷变化过程持续时间的参数，在限制器中，在考虑到最大允许材料应力的情况下，确定用于在持续时间中实施负荷变化过程的涡轮机控制参数。

30 本发明有关方法方面的目的这样来实现，即，提供一种对在持续时间内实施的涡轮机负荷变化过程进行调节及确定材料消耗的方法，其中，在考虑

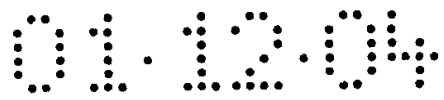


到过程参数和材料参数的情况下，事先确定在负荷变化过程中产生的表征材料消耗的涡轮机控制参数，并在持续时间期间通过涡轮机控制参数实施涡轮机调节，使得涡轮机在持续时间内从一初始状态过渡到一最终状态。

5 本发明的涡轮机控制设备的优点是，在考虑到物理极限值的条件下，间接或直接地给定用于涡轮机组启动和停车以及功率变化所期望的时间。

为了输入时间参数可设置一输入装置，一个选择装置。可向它输入一用于可变地给定负荷变化过程持续时间的参数，该参数尤其可以是持续时间本身。为了实施负荷变化过程，最好分别为各负荷变化过程确定一单独的可灵活规定的持续时间。持续时间可以自由选择，也就是说可取任何物理上有意义的值。它可以无级地调整到每一个在物理和运行上合理的值。因此在运行者方面可以根据需要，尤其是有关所要求提供使用的电能，给定负荷从起始状态变化至目标状态的持续时间。为了调节可以是启动或停车过程及功率变化过程的负荷变化过程，在给定持续时间的情况下，在限制单元 (Begrenzungseinheit) 内确定涡轮机控制参数，该涡轮机控制参数作为在离开起始状态与达到目标状态之间的持续时间内的时间函数被算出。此涡轮机控制参数，除预先选择的持续时间(启动时间、停车时间、负荷变化时间)外，最好还取决于起始状态这一时刻的起始温度和目标状态时刻的最终温度、构件几何尺寸、所采用的材料、蒸汽状态以及温度水平。通过确定涡轮机控制参数，例如在启动过程中可确定从暖机转速到额定转速的转速提升、接着的同步化和最低功率消耗的步进准则。为此借助于一额定值函数通过涡轮机控制参数改变(调整、控制)涡轮机参数，如涡轮机转速、蒸汽压力、温度和功率等。

20 涡轮机控制设备最好有一消耗单元，在消耗单元中确定按照涡轮机控制参数实施的负荷变化过程的材料消耗。消耗单元可以事先计算出附加的材料消耗，所以借助于此材料消耗和还期望的涡轮机持续运行时间，可以手动或自动地决定负荷变化过程是否确实应在期望的持续时间内实施。为此，预期的材料疲劳最好借助于一输出媒介，例如显示屏、打印机等来显示。消耗单元最好还用来在负荷变化过程确实在期望的持续时间内实施时确定材料消耗。附加的材料消耗值同样可以借助于适当的输出媒介表示以及储存在存储媒介内，尤其是计算机系统的存储媒体内。因此任何时刻有关材料的消耗并因而有关涡轮机剩余运行寿命的信息都是已知的。这样一来，未来的负荷变



化过程始终可以仍按相应的可灵活地预选的持续时间进行，在这种情况下，当材料消耗量已较大时，可以实施保护材料地进行的负荷变化(较长的持续时间)，或在还有足够大的储备量时(材料消耗量较小)，可以实施快速的负荷变化(较短的持续时间)。

5 5 涡轮机控制设备最好有一调节单元和/或一控制单元，它总是可与一个用于调节和/或控制负荷变化过程的涡轮机调节机构连接。在蒸汽涡轮机中，此调节机构最好是一个阀，通过它可调整过热蒸汽的流入。

10 10 为了确定实际应力，涡轮机控制设备最好具有一负荷单元，其中可输入系统值，如涡轮机的压力值或温度值。负荷单元与消耗单元和/或限制器连接。在负荷单元中处理或进一步导出的系统值输入限制器，由此可在涡轮机控制参数的额定值与实际值之间进行比较，并在有相应的偏差时实施调节作用，亦即操纵调节机构。在消耗单元中可借助于此系统值确定附加的材料消耗，如已提及的那样，可以将它储存或显示。

15 15 涡轮机控制参数最好表示成有关材料疲劳的一个量度。在负荷变化过程中，材料疲劳基本上保持恒定。在这里涡轮机控制参数可以是构件平均温度与构件表面温度之间的温度差，尤其是涡轮轴或涡轮壳体的温度差，例如在上述论文“用于对蒸汽轮机的热态进行监控的涡轮机控制用计算机-Turbinenleitreechner zur thermischen Ueberwachung von Dampfturbinen”中所论及的那样。通过给定涡轮机控制参数极限值，一方面保证材料应力在负荷变化过程中保持低于临界极限值，另一方面保证热膨胀在要求的范围内，从而例如避免涡轮机的两个构件之间的间隙被搭接以及产生扭曲。

20 20 在负荷单元内最好确定出在涡轮机的不同部位和在不同构件(涡轮轴、阀、锅炉等)处的系统值。由此可在消耗单元内针对涡轮机的不同构件分别得知已产生的疲劳分量，并由此可以求得并储存涡轮机或各个构件总的消耗。

25 25 显然，涡轮机控制设备可作为整体存在，或其各单元可分别作为计算机程序、作为电子部件或作为电路存在于微处理机中。

下面借助于附图所示实施例进一步说明用于调节和/或控制负荷变化过程的涡轮机控制设备及方法，附图中：

图 1 为具有涡轮机控制设备的蒸汽涡轮机的示意图；

30 30 图 2 示出涡轮轴在负荷变化过程的持续时间内的温度变化曲线。

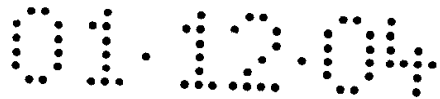
图 1 示意表示蒸汽涡轮 7 和与之连接的发电机 13 及涡轮机控制设备 1。



如用箭头 20 所表示的那样，可向涡轮机控制设备 1(例如经由一输入装置)输入一个有关所期望的负荷变化过程持续时间 t_v 的信号或参数 20。相应于持续时间 t_v 的信号输入限制器 3。在限制器 3 中，在对来自于与限制器 3 连接的消耗单元 4 中的数据加以考虑的情况下，确定出当时的取决于持续时间 t_v 的涡轮机控制参数 VAR，从而可实施调节从一起始状态 A 到一目标状态 Z 的负荷变化过程。在图 2 中放大表示了这一过程。涡轮机控制参数 VAR 针对要监控的不同构件(如阀门体、涡轮机壳体和涡轮机轴)来构成，它是有关构件的有关表面的温度 T_o 与总体平均温度 T_m 之间的温度差。每一个涡轮机控制参数 VAR 作为两个温度(T_o-T_m)之间的温度差代表一个关于热应力或热膨胀并因而关于交变应力疲劳的度量。沿整个持续时间 t_v 求得涡轮机控制参数 VAR，使得在整个持续时间 t_v 期间产生恒定的疲劳并因而产生稳定增加的消耗。图 2 表示有关起动过程的变化曲线，其中平均温度 T_m 小于表面温度 T_o 。在停车过程(图中未表示)中，平均温度 T_m 大于表面温度 T_o 。

限制器 3 与消耗单元 4 连接，从而可向后者输入事先确定的涡轮机控制参数 VAR 的值。在消耗单元 4 中预先算出因负荷变化过程引起的附加疲劳。此附加疲劳还在一个与消耗单元 4 连接的输出媒介 11 上显示。该输出媒介 11 可例如是一监视器，它布置在包含有涡轮机 7 的电厂控制室内(图中未表示)。

由涡轮机控制参数 VAR 与测得的构件温度差(T_o-T_m)形成的差值输入一额定值控制函数单元 2。在额定值控制函数单元 2 中，根据此差值(T_o-T_m)确定允许的转速变化和功率变化。用于改变涡轮机转速和功率的信号从那里到达调节单元 5，并通过调节机构 6 尤其是一蒸汽阀操纵涡轮机 7。因此按照涡轮机控制参数 VAR 调整蒸汽进入涡轮机 7 的入流，由此也间接调节了尤其是涡轮轴的表面温度 T_o 和平均温度 T_m 。涡轮机 7 的系统值，尤其是蒸汽温度、构件温度以及蒸汽压力，借助于图中没有表示的测量元件例如热电偶测量，并存放在温度测量单元 9 中。此温度测量单元 9 与负荷单元 8 连接并将测得的系统值传输给它。在负荷单元 8 中对系统值进行分析评估，尤其是计算出涡轮轴的表面温度 T_o 和平均温度 T_m 。这些值传输给限制器 3 和/或消耗单元 4。在限制器 3 内，在原先尤其在限制器 3 内确定的额定值与在负荷单元 8 内求得的涡轮机控制参数 VAR 实际值之间进行比较。当实际值与额定值之间有偏差时，借助于额定值控制函数通过调节单元 5 在调节机构 6 中



施加相应的调节作用。在消耗单元 4 内，根据来自负荷单元 8 的值确定经过实际上实施的负荷变化过程产生的附加消耗，亦即材料疲劳。这一消耗一方面显示在输出媒介上，另一方面同样与涡轮机 7 附加的系统值一起储存在存储媒介 10 中，尤其是储存在计算机设备的只读存储器或另一个数据载体中。

- 5 本发明的特征在于涡轮机控制设备，它以时间为标准，尤其以起动时间为标准地工作，其中负荷变化过程的持续时间可在最大允许的材料负荷范围内无级地调整。由于负荷变化过程有在所期望的时间 t_v 内受调整的可能性，所以可使负荷变化过程可在时间上特别有利地适应于准备要求。此外，此涡轮机控制设备可以预见寿命和任何时刻的实际寿命。被监控的涡轮机构件逐渐增加的疲劳被连续地检测。
- 10

说明书附图

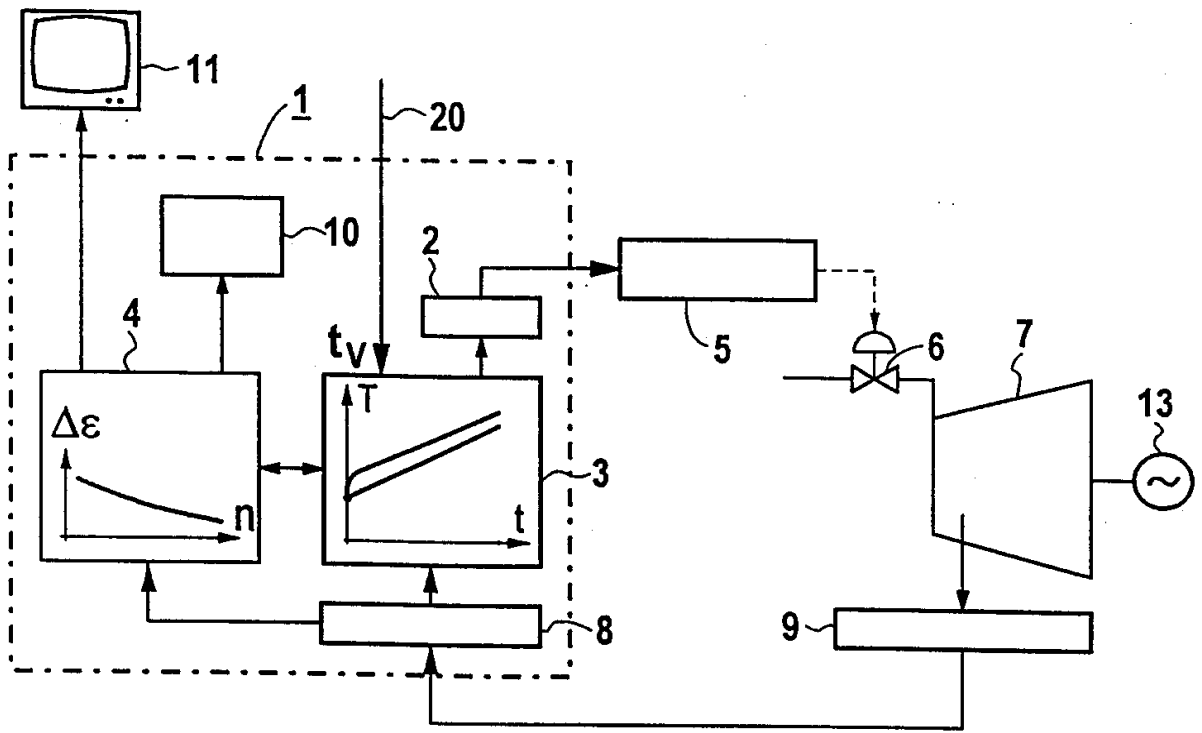


图 1

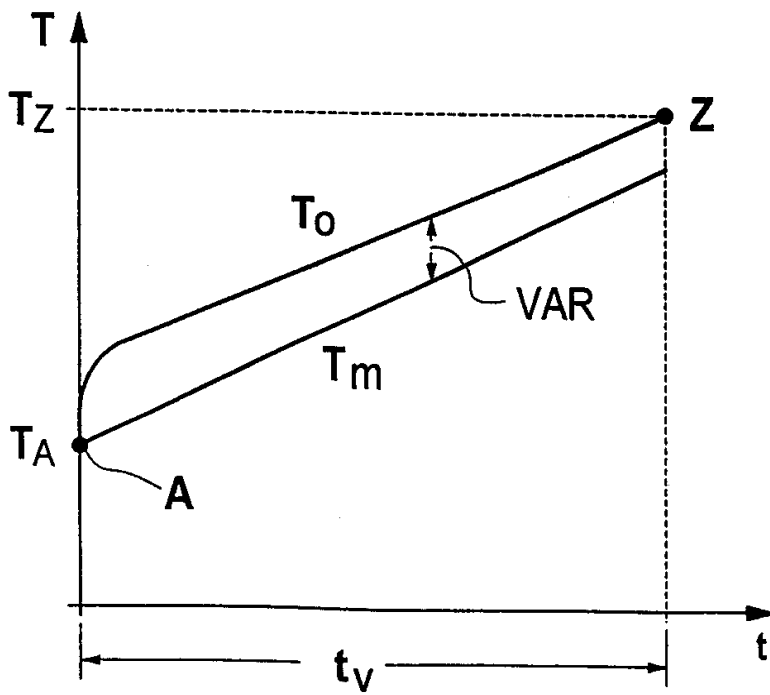


图 2