



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105980668 B

(45)授权公告日 2018.09.25

(21)申请号 201580007854.5

(22)申请日 2015.03.03

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105980668 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(30)优先权数据

2014-058967 2014.03.20 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.08.09

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/056182 2015.03.03

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/141458 JA 2015.09.24

(73)专利权人 三菱日立电力系统株式会社

地址 日本国神奈川県

(72)发明人 村上雅幸

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 刘建

(51)Int.Cl.

F01K 23/10(2006.01)

F01D 19/00(2006.01)

F01K 7/24(2006.01)

F01K 13/02(2006.01)

审查员 彭小熙

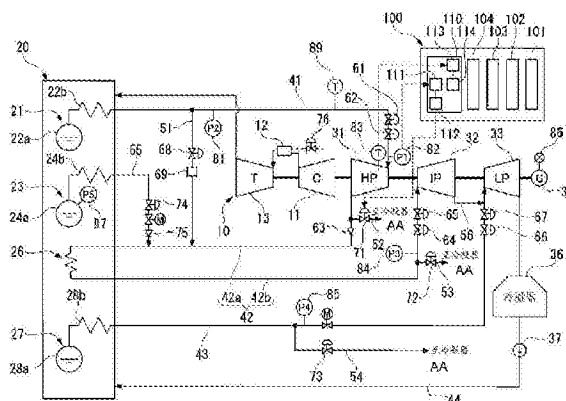
权利要求书2页 说明书13页 附图4页

(54)发明名称

联合循环机组、其控制方法及其控制装置

(57)摘要

联合循环机组的第一蒸汽轮机(31)和第二蒸汽轮机(32)经由排热回收锅炉(20)的再热部(26),通过再热蒸汽管线(42)相连接。再热蒸汽管线(42)和冷凝器(36)通过第二旁路管线(52)相连接。控制装置(100)具有:判断部(111),其判断流入第一蒸汽轮机(31)的第一蒸汽流量是否达到规定流量;指令输出部(112),其在判断为流入第一蒸汽轮机的第一蒸汽流量达到规定流量时,对第二旁路管线(52)中所设置的开启状态的通风阀(71),输出表示转入关闭状态的关闭指令;以及阈值变更部(114),其相对于第一蒸汽的温度,使判断部判断是否达到规定流量的阈值具有正相关性地变更。



1. 一种控制装置,是联合循环机组的控制装置,所述联合循环机组具备:利用燃烧气体进行驱动的燃气轮机,利用从所述燃气轮机排出的燃烧气体的热而产生蒸汽的排热回收锅炉,利用所述蒸汽进行驱动的第一蒸汽轮机及第二蒸汽轮机,以及将从所述第二蒸汽轮机排出的蒸汽恢复为水的冷凝器;

所述排热回收锅炉具有:利用所述燃烧气体的热来产生供应给所述第一蒸汽轮机的第一蒸汽的第一蒸汽产生部,和加热从所述第一蒸汽轮机排出的蒸汽的再热部;

所述排热回收锅炉的所述第一蒸汽产生部和所述第一蒸汽轮机通过第一蒸汽管线相连接,所述第一蒸汽管线将所述第一蒸汽引入所述第一蒸汽轮机;

所述第一蒸汽轮机和所述第二蒸汽轮机通过再热蒸汽管线相连接,所述再热蒸汽管线将从所述第一蒸汽轮机排出的蒸汽经由所述排热回收锅炉的所述再热部引入所述第二蒸汽轮机;

所述再热蒸汽管线中从所述第一蒸汽轮机到所述再热部的再热前蒸汽管线和所述第一蒸汽管线通过第一旁路管线相连接;

所述再热前蒸汽管线和所述冷凝器通过第二旁路管线相连接;

在所述第二旁路管线中设有通风阀,对通过所述第二旁路管线的蒸汽流量进行调节;

所述控制装置具有:

判断部,其在所述第一蒸汽轮机及所述第二蒸汽轮机的启动过程中,根据所设定的阈值,判断流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽的流量是否达到规定流量;

指令输出部,其在利用所述判断部判断为流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽的流量达到规定流量时,对开启状态的所述通风阀输出表示转入关闭状态的关闭指令;以及
阈值变更部,其根据所述排热回收锅炉的启动模式中的模式种类,变更所述阈值。

2. 根据权利要求1所述的控制装置,其中,

所述阈值是流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽的压力相关值。

3. 根据权利要求1所述的控制装置,其中,

所述阈值是流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽的规定流量所对应的所述第一蒸汽的压力。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的控制装置,其中,

进而具有启动模式识别部,用于识别所述排热回收锅炉的所述启动模式至少为冷态模式还是热态模式;

所述阈值变更部根据所述启动模式识别部识别的模式种类,变更所述阈值。

5. 根据权利要求4所述的控制装置,其中,

所述启动模式识别部根据温度计检测的所述第一蒸汽轮机中的蒸汽接触部的温度,识别所述启动模式的种类。

6. 一种联合循环机组,具备:

根据权利要求1至5中任一项所述的控制装置;以及

所述燃气轮机、所述排热回收锅炉、所述第一蒸汽轮机、所述第二蒸汽轮机及所述冷凝器。

7. 一种联合循环机组的控制方法,所述联合循环机组具备:利用燃烧气体进行驱动的燃气轮机,利用从所述燃气轮机排出的燃烧气体的热而产生蒸汽的排热回收锅炉,利

用所述蒸汽进行驱动的第一蒸汽轮机及第二蒸汽轮机,以及将从所述第二蒸汽轮机排出的蒸汽恢复为水的冷凝器;

所述排热回收锅炉具有:利用所述燃烧气体的热来产生供应给所述第一蒸汽轮机的第一蒸汽的第一蒸汽产生部,和加热从所述第一蒸汽轮机排出的蒸汽的再热部;

所述排热回收锅炉的所述第一蒸汽产生部和所述第一蒸汽轮机通过第一蒸汽管线相连接,所述第一蒸汽管线将所述第一蒸汽引入所述第一蒸汽轮机;

所述第一蒸汽轮机和所述第二蒸汽轮机通过再热蒸汽管线相连接,所述再热蒸汽管线使从所述第一蒸汽轮机排出的蒸汽经过所述排热回收锅炉的所述再热部,引入所述第二蒸汽轮机;

所述再热蒸汽管线中从所述第一蒸汽轮机到所述再热部的再热前蒸汽管线和所述第一蒸汽管线通过第一旁路管线相连接;

所述再热前蒸汽管线和所述冷凝器通过第二旁路管线相连接;

在所述第二旁路管线中设有通风阀,对通过所述第二旁路管线的蒸汽流量进行调节;

所述联合循环机组的控制方法执行以下工序:

判断工序,其在所述第一蒸汽轮机及所述第二蒸汽轮机的启动过程中,根据所设定的阈值,判断流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽的流量是否达到规定流量;

指令输出工序,其在利用所述判断工序判断为流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽的流量达到规定流量时,对开启状态的所述通风阀输出表示转入关闭状态的关闭指令;以及

阈值变更工序,其根据所述排热回收锅炉的启动模式中的模式种类,变更所述阈值。

8. 根据权利要求7所述的联合循环机组的控制方法,其中,

所述阈值是流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽的压力相关值。

9. 根据权利要求7所述的联合循环机组的控制方法,其中,

所述阈值是流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽的规定流量所对应的所述第一蒸汽的压力。

10. 根据权利要求7至9中任一项所述的联合循环机组的控制方法,其中,

进而执行启动模式识别工序,用于识别所述排热回收锅炉的所述启动模式至少为冷态模式还是热态模式;

在所述阈值变更工序中,根据所述启动模式识别工序中识别的模式种类,变更所述阈值。

11. 根据权利要求10所述的联合循环机组的控制方法,其中,

在所述启动模式识别工序中,根据温度计检测的所述第一蒸汽轮机中的蒸汽接触部的温度,识别所述启动模式的种类。

联合循环机组、其控制方法及其控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具备燃气涡轮机和多个蒸汽涡轮机的联合循环机组、其控制方法及其控制装置。本发明依据2014年3月20日向日本提出申请的日本专利特愿2014-058967号,主张优先权,并将其内容引用在此作为参考。

背景技术

[0002] 作为具备多个蒸汽涡轮机的机组,例如有以下专利文献1中所记载的机组。该机组具备:产生蒸汽的锅炉,利用锅炉的蒸汽进行驱动的多个蒸汽涡轮机,以及将从蒸汽涡轮机排出的蒸汽恢复为水的冷凝器。该机组具备高压蒸汽涡轮机、中压蒸汽涡轮机及低压蒸汽涡轮机作为多个蒸汽涡轮机。此外,锅炉具备:产生蒸汽的蒸汽发生器,使该蒸汽发生器所产生的蒸汽过热的过热器,以及再次加热蒸汽的再热器。

[0003] 锅炉的过热器和高压蒸汽涡轮机的蒸汽入口通过主蒸汽管线相连接。该主蒸汽管线中设有主汽阀及主蒸汽调节阀。高压蒸汽涡轮机的蒸汽出口和中压蒸汽涡轮机的蒸汽入口通过再热蒸汽管线相连接,所述再热蒸汽管线使从高压蒸汽涡轮机排出的蒸汽经过锅炉的再热器,引入中压蒸汽涡轮机的蒸汽入口。该再热蒸汽管线中,在位于再热器下游侧的部分处设有再热蒸汽截止阀及再热调节阀。中压蒸汽涡轮机的蒸汽出口和低压蒸汽涡轮机的蒸汽入口通过低压蒸汽管线相连接。低压蒸汽涡轮机中设有冷凝器,用于将从该低压蒸汽涡轮机排出的蒸汽恢复为水。冷凝器和锅炉通过供水管线相连接。

[0004] 主蒸汽管线和再热蒸汽管线的再热器上游侧部分通过高压涡轮机旁路管线相连接。该高压涡轮机旁路管线中设有高压旁路阀。再热蒸汽管线的再热器上游侧部分和冷凝器通过通风管线相连接。该通风管线中设有通风阀。

[0005] 该机组在启动时高压涡轮机旁路阀及通风阀处于开启状态,在高压主汽阀被开启的同时,高压蒸汽调节阀也被慢慢开启。在高压蒸汽涡轮机开始通气的过程中,由于高压蒸汽涡轮机的风阻损失,会导致排出的蒸汽温度上升。对此,一般是开启通风阀,将高压蒸汽涡轮机的蒸汽出口连接到冷凝器,使高压蒸汽涡轮机的入口侧和出口侧的压力差增大,抑制排出的蒸汽温度上升。在流入高压蒸汽涡轮机的高压蒸汽的流量,也就是高压蒸汽涡轮机的负载达到预先设定的负载时,关闭该通风阀。

[0006] 在先技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本专利特开2005-163628号公报(图4)

发明内容

[0009] 发明要解决的课题

[0010] 关于上述专利文献1中所记载的技术,如果在启动过程中开启状态的通风阀被关闭,则流过再热蒸汽管线的蒸汽流量会急剧增加。因此,再热蒸汽管线相关的控制系统有可能会出现暂时不稳定的情况。

[0011] 对此,本发明的目的在于提供一种可以抑制启动过程中控制系统不稳定的技术。

[0012] 用于解决课题的手段

[0013] 为了实现上述目的,本发明所涉及的一实施方式的控制装置是联合循环机组的控制装置,

[0014] 所述联合循环机组具备:利用燃烧气体进行驱动的燃气轮机,利用从所述燃气轮机排出的燃烧气体的热而产生蒸汽的排热回收锅炉,利用所述蒸汽进行驱动的第一及第二蒸汽轮机,以及将从所述第二蒸汽轮机排出的蒸汽恢复为水的冷凝器;所述排热回收锅炉具有:利用所述燃烧气体的热来产生供应给所述第一蒸汽轮机的第一蒸汽的第一蒸汽产生部,和加热从所述第一蒸汽轮机排出的蒸汽的再热部;所述排热回收锅炉的所述第一蒸汽产生部和所述第一蒸汽轮机通过第一蒸汽管线相连接,所述第一蒸汽管线将所述第一蒸汽引入所述第一蒸汽轮机;所述第一蒸汽轮机和所述第二蒸汽轮机通过再热蒸汽管线相连接,所述再热蒸汽管线使从所述第一蒸汽轮机排出的蒸汽经过所述排热回收锅炉的所述再热部,引入所述第二蒸汽轮机;所述第一蒸汽管线和所述再热蒸汽管线通过第一旁路管线相连接;所述再热蒸汽管线和所述冷凝器通过第二旁路管线相连接;在所述第二旁路管线中设有通风阀,对通过所述第二旁路管线的蒸汽流量进行调节;

[0015] 所述控制装置具有:判断部,其在所述第一蒸汽轮机及所述第二蒸汽轮机的启动过程中,判断流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽流量是否达到规定流量;指令输出部,其在利用所述判断部判断为流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽流量达到规定流量时,对开启状态的所述通风阀输出表示转入关闭状态的关闭指令;以及阈值变更部,其相对于所述第一蒸汽的温度,使所述判断部判断是否达到所述规定流量的阈值具有正相关性地变更。

[0016] 在控制装置中,无论第一蒸汽产生量多还是少,都将由判断部判断是否达到规定流量的阈值假设为相同。也就是说,即便第一蒸汽产生量较少,控制装置仍假定以和第一蒸汽产生量较多时相同的阈值,判断流入第一蒸汽轮机的第一蒸汽流量达到规定流量。根据该假定,即便第一蒸汽产生量较少,在流入第一蒸汽轮机的第一蒸汽流量达到第一蒸汽产生量较多时的规定流量时,通风阀关闭。因此,根据该假定,即便第一蒸汽产生量较少,在通风阀关闭之前,经由通风阀流入冷凝器的第一蒸汽流量实质上 and 第一蒸汽产生量较多时的规定流量为相同流量。此外,根据该假定,经由第一旁路管线流入再热蒸汽管线的第二蒸汽流量比第一蒸汽产生量较多时经由第一旁路管线流入再热蒸汽管线的第二蒸汽流量少。因此,根据该假定,相较于第一蒸汽产生量较多的情况,第一蒸汽产生量较少时,在通风阀关闭前后流过再热蒸汽管线的蒸汽流量变化率变大。所以,第一蒸汽产生量较少时,再热蒸汽管线相关的控制系统不稳定的可能性变高。

[0017] 然而,在机组启动过程中,来自第一蒸汽产生部的第一蒸汽的温度和该第一蒸汽产生量具有正相关性。也就是说,在机组启动过程中,如果第一蒸汽产生部的第一蒸汽的温度变高,则该第一蒸汽产生量变多;如果第一蒸汽产生部的第一蒸汽的温度变低,则该第一蒸汽产生量变少。这是因为,为了提高第一蒸汽的温度,需要向第一蒸汽产生部供应具有高能量的排气,必然会导致第一蒸汽产生量变多。此外,在机组启动过程中,如果第一蒸汽的温度变高,则供应给第一蒸汽轮机的第一蒸汽流量变大。因此,在机组启动过程中,第一蒸汽的温度和向第一蒸汽轮机供应的第一蒸汽的流量具有正相关性。这是因为,如果第

一蒸汽的温度变高,则用于抑制高压蒸汽轮机出口的排气温度上升所需要的蒸汽量变多。

[0018] 因此,该控制装置相对于第一蒸汽的温度,使判断部判断是否达到规定流量的阈值具有这些正相关性地变更。所以,在来自第一蒸汽产生部的第一蒸汽产生量较少时,规定流量变小,该控制装置可以使通风阀关闭前后流过再热蒸汽管线的蒸汽的流量变化率减小。

[0019] 这里,在作为所述一实施方式的所述控制装置中,具有启动模式识别部,用于识别所述排热回收锅炉的启动模式至少为冷态模式还是热态模式;所述阈值变更部可以根据所述启动模式识别部识别的所述启动模式下所假定的所述第一蒸汽的温度,变更所述阈值。

[0020] 此外,在具有所述启动模式识别部的所述控制装置中,所述启动模式识别部可以根据温度计检测的所述第一蒸汽轮机中的蒸汽接触部的温度,识别所述启动模式。

[0021] 此外,在作为所述一实施方式的所述控制装置中,所述阈值变更部可以根据温度计检测的所述第一蒸汽的温度,变更所述阈值。

[0022] 此外,在以上任一个所述控制装置中,所述阈值是流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽的压力相关值,所述判断部可以根据压力计检测的、流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽的压力是否达到所述阈值,来判断流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽流量是否达到规定流量。

[0023] 为了实现上述目的,本发明所涉及的一实施方式的联合循环机组具备:

[0024] 以上任一个所述控制装置、所述燃气轮机、所述排热回收锅炉、所述第一蒸汽轮机、所述第二蒸汽轮机以及所述冷凝器。

[0025] 为了实现上述目的,本发明所涉及的一实施方式的控制方法是联合循环机组的控制方法,

[0026] 所述联合循环机组具备:利用燃烧气体进行驱动的燃气轮机,利用从所述燃气轮机排出的燃烧气体的热而产生蒸汽的排热回收锅炉,利用所述蒸汽进行驱动的第一及第二蒸汽轮机,以及将从所述第二蒸汽轮机排出的蒸汽恢复为水的冷凝器;所述排热回收锅炉具有:利用所述燃烧气体的热来产生供应给所述第一蒸汽轮机的第一蒸汽的第一蒸汽产生部,和加热从所述第一蒸汽轮机排出的蒸汽的再热部;所述排热回收锅炉的所述第一蒸汽产生部和所述第一蒸汽轮机通过第一蒸汽管线相连接,所述第一蒸汽管线将所述第一蒸汽引入所述第一蒸汽轮机;所述第一蒸汽轮机和所述第二蒸汽轮机通过再热蒸汽管线相连接,所述再热蒸汽管线使从所述第一蒸汽轮机排出的蒸汽经过所述排热回收锅炉的所述再热部,引入所述第二蒸汽轮机;所述第一蒸汽管线和所述再热蒸汽管线通过第一旁路管线相连接;所述再热蒸汽管线和所述冷凝器通过第二旁路管线相连接;在所述第二旁路管线中设有通风阀,对通过所述第二旁路管线的蒸汽流量进行调节;

[0027] 所述控制方法执行以下工序:判断工序,其在所述第一蒸汽轮机及所述第二蒸汽轮机的启动过程中,判断流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽流量是否达到规定流量;指令输出工序,其在利用所述判断工序判断为流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽流量达到规定流量时,对开启状态的所述通风阀输出表示转入关闭状态的关闭指令;以及阈值变更工序,其相对于所述第一蒸汽的温度,使所述判断工序判断是否达到所述规定流量的阈值具有正相关性地变更。

[0028] 该控制方法也和所述控制装置一样,可以使通风阀关闭前后流过再热蒸汽管线的蒸汽的流量变化率减小。

[0029] 这里,在作为所述一实施方式的所述控制方法中,执行启动模式识别工序,用于识别所述排热回收锅炉的启动模式至少为冷态模式还是热态模式;在所述阈值变更工序中,可以根据所述启动模式识别工序中识别的所述启动模式下所假定的所述第一蒸汽的温度,变更所述阈值。

[0030] 此外,在执行所述启动模式识别工序的所述控制方法中,在所述启动模式识别工序中,可以根据温度计检测的所述第一蒸汽轮机中的蒸汽接触部的温度,识别所述启动模式。

[0031] 此外,在作为所述一实施方式的所述控制方法中,在所述阈值变更工序中,可以根据温度计检测的所述第一蒸汽的温度,变更所述阈值。

[0032] 此外,在以上任一个所述控制方法中,所述阈值是流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽的压力相关值,在所述判断工序中,可以根据压力计检测的、流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽的压力是否达到所述阈值,来判断流入所述第一蒸汽轮机的所述第一蒸汽流量是否达到规定流量。

[0033] 发明效果

[0034] 在本发明的一实施方式中,在蒸汽轮机的启动过程中,可以使通风阀关闭前后流过再热蒸汽管线的蒸汽的流量变化率减小。因此,根据本发明的一实施方式,可以抑制再热蒸汽管线相关的控制系统出现暂时不稳定的情况。

附图说明

[0035] 图1是本发明所涉及的一实施方式中的联合循环机组的系统图。

[0036] 图2是本发明所涉及的一实施方式中的控制装置的功能方块图。

[0037] 图3是表示在本发明所涉及的一实施方式中的联合循环机组中,随着启动模式为热态模式时的时间流逝,各输出、各阀门的动作变化的时序图。

[0038] 图4是表示在本发明所涉及的一实施方式中的联合循环机组中,随着启动模式为冷态模式时的时间流逝,各输出、各阀门的动作变化的时序图。

具体实施方式

[0039] 以下,参照附图详细说明本发明所涉及的联合循环机组的实施方式。

[0040] 如图1所示,本实施方式的联合循环机组具备:燃气轮机10,利用从燃气轮机10排出的燃烧气体的排热来产生蒸汽的排热回收锅炉20,利用来自排热回收锅炉20的蒸汽进行驱动的高压蒸汽轮机(第一蒸汽轮机)31、中压蒸汽轮机(第二蒸汽轮机)32及低压蒸汽轮机33,利用各轮机10、31、32、33的驱动进行发电的发电机34,将从低压蒸汽轮机33排出的蒸汽恢复为水的冷凝器36,将水从冷凝器36送至排热回收锅炉20的供水泵37,以及对这些设备进行控制的控制装置100。另外,为了便于以下说明,高压蒸汽轮机31的额定压力定为12MPa,中压蒸汽轮机32的额定压力定为4MPa,低压蒸汽轮机33的额定压力定为1MPa。

[0041] 燃气轮机10具备:压缩机11,其压缩外部空气生成压缩空气;燃烧器12,其将压

缩空气与燃料气体混合、燃烧生成高温燃烧气体；涡轮机13，其利用燃烧气体进行驱动；以及燃料流量调节阀76，其调节供应给燃烧器12的燃料流量。

[0042] 燃气涡轮机10的燃烧器12上连接有燃料管线，用于将来自燃料供应源的燃料供应至燃烧器12。该燃料管线上设有上述燃料流量调节阀76。燃气涡轮机10的涡轮机13的排气口和排热回收锅炉20相连接。

[0043] 压缩机11的压缩机转子和涡轮机13的涡轮机转子在同一轴线上互相连接，作为燃气涡轮机转子一体地旋转。此外，在本实施方式中，该燃气涡轮机转子和高压蒸汽涡轮机31的涡轮机转子、中压蒸汽涡轮机32的涡轮机转子、低压蒸汽涡轮机33的涡轮机转子、发电机34的发电机转子位于同一轴线上，互相连接，一体地旋转。因此，本实施方式的联合循环机组是单轴式联合循环机组。

[0044] 排热回收锅炉20具备：高压蒸汽产生部（第一蒸汽产生部）21，其产生供应给高压蒸汽涡轮机31的高压蒸汽（第一蒸汽）；中压蒸汽产生部23，其产生供应给中压蒸汽涡轮机32的中压蒸汽；低压蒸汽产生部27，其产生供应给低压蒸汽涡轮机33的低压蒸汽；以及再热部26，其加热从高压蒸汽涡轮机31排出的蒸汽。高压蒸汽产生部21具有：产生蒸汽的高压滚筒22a，使高压滚筒22a所产生的蒸汽过热的高压过热器22b。中压蒸汽产生部23具有：产生中压蒸汽的中压滚筒24a，使中压滚筒24a所产生的中压蒸汽过热的中压过热器24b。中压滚筒24a中设有中压滚筒压力计87，用于检测中压滚筒24a内的压力P5。低压蒸汽产生部27具有：产生蒸汽的低压滚筒28a，使低压滚筒28a所产生的蒸汽过热的低压过热器28b。

[0045] 排热回收锅炉20的高压过热器22b和高压蒸汽涡轮机31的蒸汽入口通过主蒸汽管线（第一蒸汽管线）41相连接，该主蒸汽管线41将来自高压过热器22b的高压蒸汽引入高压蒸汽涡轮机31。高压蒸汽涡轮机31的蒸汽出口和中压蒸汽涡轮机32的蒸汽入口通过再热蒸汽管线42相连接，该再热蒸汽管线42使从高压蒸汽涡轮机31排出的蒸汽经过排热回收锅炉20的再热部26，引入中压蒸汽涡轮机32的蒸汽入口。这里，在再热蒸汽管线42中，将高压蒸汽涡轮机31的蒸汽出口和再热部26之间设为再热前蒸汽管线42a，将再热部26和中压蒸汽涡轮机32的蒸汽入口之间设为再热后蒸汽管线42b。排热回收锅炉20的低压过热器28b和低压蒸汽涡轮机33的蒸汽入口通过低压蒸汽管线43相连接，该低压蒸汽管线43将低压蒸汽引入低压蒸汽涡轮机33。

[0046] 中压蒸汽涡轮机32的蒸汽出口和低压蒸汽涡轮机33的蒸汽入口通过中压涡轮机排气管线56相连接。在低压蒸汽涡轮机33的蒸汽出口连接有冷凝器36。该冷凝器36中连接有供水管线44，用于将恢复的水引入排热回收锅炉20。该供水管线44上设有上述供水泵37。

[0047] 排热回收锅炉20的中压过热器24b和再热前蒸汽管线42a通过中压蒸汽管线55相连接。主蒸汽管线41和再热前蒸汽管线42a通过高压涡轮机旁路管线（第一旁路管线）51相连接。再热前蒸汽管线42a和冷凝器36通过通风管线（第二旁路管线）52相连接。另外，再热前蒸汽管线42a中的高压涡轮机旁路管线51的连接位置在通风管线52的连接位置的下游侧（再热部26侧）。此外，再热前蒸汽管线42a中的中压蒸汽管线55的连接位置在高压涡轮机旁路管线51的连接位置的下游侧（再热部26侧）。再热后蒸汽管线42b和冷凝器36通过中压涡轮机旁路管线53相连接，低压蒸汽管线43和冷凝器36通过低压涡轮机旁路管线54相连接。

[0048] 在主蒸汽管线41中，在其和高压涡轮机旁路管线51的连接位置的下游侧（高压蒸汽涡轮机31侧），检测来自高压过热器22b的高压蒸汽压力P2的高压蒸汽压力计81、主汽阀

61、主蒸汽调节阀62及流入蒸汽压力计82朝向下游侧,以此顺序设置。高压蒸汽压力计81检测来自高压过热器22b的高压蒸汽的压力,即主汽阀61的上游侧(高压蒸汽产生部21侧)的压力P2。流入蒸汽压力计82检测高压蒸汽的压力,即主蒸汽调节阀62的下游侧的压力P1。也就是说,流入蒸汽压力计82检测流入高压蒸汽轮机31之前的高压蒸汽的压力P1。

[0049] 高压蒸汽轮机31的第一级静叶环上设有用于检测该第一级静叶环(蒸汽接触部)的温度的温度计83。

[0050] 高压轮机旁路管线51中设有高压轮机旁路阀68和减温器69。中压蒸汽管线55中设有中压滚筒压力调节阀74和止回阀75,该中压滚筒压力调节阀74调节中压滚筒24a内的压力,该止回阀75防止来自再热前蒸汽管线42a的蒸汽流入中压滚筒24a。

[0051] 在再热前蒸汽管线42a中,在其和通风管线52的连接位置的下游侧(再热部26侧),设有止回阀63。该止回阀63防止经过高压轮机旁路管线51或中压蒸汽管线55流入再热前蒸汽管线42a的蒸汽流入高压蒸汽轮机31。通风管线52中设有通风阀71。

[0052] 在再热后蒸汽管线42b中,在其和中压轮机旁路管线53的连接位置的下游侧(中压蒸汽轮机32侧),再热蒸汽压力计84、再热蒸汽截止阀64及再热蒸汽调节阀65朝向下游侧,以此顺序设置。中压轮机旁路管线53中设有中压轮机旁路阀72。

[0053] 在低压蒸汽管线43和低压轮机旁路管线54的连接位置的下游侧(低压蒸汽轮机33侧),低压蒸汽压力计85、低压蒸汽截止阀66及低压蒸汽调节阀67朝向下游侧,以此顺序设置。低压轮机旁路管线54中设有低压轮机旁路阀73。

[0054] 如图2所示,控制装置100具有:控制燃料流量调节阀76的动作的燃料流量控制器101,控制主汽阀61的动作用的主汽阀控制器102,控制主蒸汽调节阀62的动作用的主蒸汽调节阀控制器103,控制高压轮机旁路阀68的动作用的高压轮机旁路阀控制器104,以及控制通风阀71的动作用的通风阀控制器110。除以上部分外,控制装置100还具有控制再热蒸汽截止阀64、再热蒸汽调节阀65、低压蒸汽截止阀66、低压蒸汽调节阀67、中压轮机旁路阀72、低压轮机旁路阀73、中压滚筒压力调节阀74的动作用的控制器等。

[0055] 通风阀控制器110具有:判断部111,其判断由流入蒸汽压力计82检测的高压蒸汽的压力P1是否达到阈值;指令输出部112,其在判断部111判断为高压蒸汽的压力P1达到阈值时,对通风阀71输出关闭指令;启动模式识别部113,其根据温度计83检测的高压蒸汽轮机31的温度,识别排热回收锅炉20的启动模式;以及阈值变更部114,其根据启动模式识别部113识别的启动模式,变更判断部111中的阈值。

[0056] 作为排热回收锅炉20的启动模式,例如有从高压蒸汽轮机31的温度较高状态下启动的热态模式,以及从高压蒸汽轮机31的温度较低状态下启动的冷态模式。在向高压蒸汽轮机31通入蒸汽之前,利用温度计83检测的高压蒸汽轮机31的温度例如为400℃以上时,启动模式识别部113识别为热态模式。此外,在向高压蒸汽轮机31通入蒸汽之前,利用温度计83检测的高压蒸汽轮机31的温度例如低于400℃时,启动模式识别部113识别为冷态模式。

[0057] 另外,本实施方式的控制装置100由计算机构成,控制装置100的各部分均由硬盘驱动装置等外部存储装置及内存等存储装置以及用于执行存储于该存储装置中的程序的CPU构成。

[0058] 接下来,对本实施方式的联合循环机组的启动过程中的动作进行说明。

[0059] 控制装置100从外部收到启动指令时,对未图示的启动装置输出启动指令,使该启动装置启动。通过该启动装置的启动,燃气轮机10的压缩机转子及涡轮机转子开始旋转。如果压缩机转子旋转,则开始向燃烧器12供应来自压缩机11的压缩空气。压缩机转子及涡轮机转子达到例如预先设定的转速时,燃料流量控制器101对燃料流量调节阀76输出开启指令。其结果为,开始经由燃料流量调节阀76,向燃烧器12供应来自燃料管线的燃料。该燃料在从压缩机11供应到燃烧器12中的压缩空气中燃烧。由燃烧器12产生的燃烧气体流入涡轮机13,使涡轮机转子旋转。

[0060] 在燃气轮机10的启动过程中,燃料流量调节阀76会随着时间的流逝而逐渐开启,燃料流量控制器101根据预先设定的图案,输出表示相关开度的开启指令。因此,供应到燃烧器12中的燃料流量也逐渐增加,如图3所示,涡轮机转子的转速也逐渐加快。涡轮机转子达到预先设定的转速时,即停止启动装置对涡轮机转子的旋转辅助。之后,当涡轮机转子的转速达到额定转速时,例如达到3600rpm时,将发电机34连接到系统电力线,涡轮机转子及发电机34的转子的转速维持为该额定转速。

[0061] 将通过涡轮机13的燃烧气体作为排气送至排热回收锅炉20中。排热回收锅炉20的各蒸汽产生部21、23、27使流过排热回收锅炉20的排气和水进行热交换,加热水,使其变为蒸汽。由高压蒸汽产生部21所产生的高压蒸汽流入主蒸汽管线41。由中压蒸汽产生部23所产生的中压蒸汽流入中压蒸汽管线55。由低压蒸汽产生部27所产生的低压蒸汽流入低压蒸汽管线43。

[0062] 在排热回收锅炉20开始产生蒸汽之前,主汽阀61、主蒸汽调节阀62、再热蒸汽截止阀64、再热蒸汽调节阀65、低压蒸汽截止阀66、低压蒸汽调节阀67、高压轮机旁路阀68、中压轮机旁路阀72、低压轮机旁路阀73、中压滚筒压力调节阀74均为关闭状态。另一方面,通风阀71在排热回收锅炉20开始产生蒸汽之前处于开启状态。

[0063] 低压轮机旁路阀73被控制装置100所控制,使得在机组启动过程中,低压蒸汽管线43的压力P4维持为例如比低压蒸汽轮机33的额定压力1MPa低的0.5MPa。因此,在低压蒸汽压力计85检测的低压蒸汽的压力P4达到0.5MPa之前,低压轮机旁路阀73关闭。如果低压蒸汽产生部27的低压蒸汽产生量增加,低压蒸汽管线43的压力P4达到0.5MPa以上,则低压轮机旁路阀73开启,来自低压蒸汽产生部27的低压蒸汽经由低压轮机旁路管线54,流入冷凝器36。

[0064] 控制装置100控制中压滚筒压力调节阀74,使得中压滚筒24a维持为预先设定的压力,例如比中压蒸汽轮机32的额定压力4MPa高出少许的压力。从而,当中压滚筒24a内的压力在应维持的压力以上时,中压滚筒压力调节阀74开启,中压滚筒24a所产生的中压蒸汽经由中压蒸汽管线55,流入再热前蒸汽管线42a。

[0065] 中压轮机旁路阀72被控制装置100所控制,使得在机组启动过程中,再热后蒸汽管线42b的压力P3维持为例如比中压蒸汽轮机32的额定压力4MPa低的2MPa。因此,在再热蒸汽压力计84检测的再热(中压)蒸汽的压力P3达到2MPa之前,中压轮机旁路阀72关闭。如果中压蒸汽产生部23的中压蒸汽产生量或者经过高压轮机旁路管线51的蒸汽等的流量增加,再热后蒸汽管线42b的压力P3达到2.0MPa以上,则中压轮机旁路阀72开启,流过再热后蒸汽管线42b的蒸汽经由中压轮机旁路管线53,流入冷凝器36。

[0066] 高压轮机旁路阀68被控制装置100的高压轮机旁路阀控制器104所控制,使得

在机组启动过程中,主蒸汽管线41的压力P2维持为例如比高压蒸汽轮机31的额定压力12MPa低的5MPa。因此,在高压蒸汽压力计81检测的高压蒸汽的压力P2达到5MPa之前,如图3所示,高压轮机旁路阀68关闭。如果高压蒸汽产生部21的高压蒸汽产生量增加,主蒸汽管线41的压力P2达到5MPa以上,则高压轮机旁路阀68开启,来自高压蒸汽产生部21的高压蒸汽经由高压轮机旁路管线51,流入再热蒸汽管线42。

[0067] 在机组启动过程中,如果识别到向各蒸汽轮机31、32、33供应蒸汽的供应开始条件成立,则控制装置100开启各蒸汽轮机31、32、33的蒸汽截止阀61、64、66及蒸汽调节阀62、65、67。作为蒸汽的供应开始条件,例如为高压蒸汽轮机31中所设置的温度计83检测的温度达到预先设定的温度。此时,各蒸汽调节阀62、65、67依据预先设定的开度图案,慢慢开启。其结果为,如图3所示,开始向各蒸汽轮机31、32、33供应蒸汽,蒸汽轮机输出(高压蒸汽轮机31、中压蒸汽轮机32、低压蒸汽轮机33的合计输出)慢慢增加。

[0068] 另外,这里将蒸汽的供应开始条件设为高压蒸汽轮机31中所设置的温度计83检测的温度达到预先设定的温度。然而,也可以将蒸汽的供应开始条件设为高压蒸汽轮机31中所设置的温度计83检测的温度达到预先设定的温度,并且中压蒸汽轮机32中所设置的温度计检测的温度达到预先设定的温度。

[0069] 如果低压蒸汽截止阀66及低压蒸汽调节阀67开启,开始向低压蒸汽轮机33供应低压蒸汽,则低压蒸汽管线43的压力P4降低。因此,控制装置100慢慢关闭低压轮机旁路阀73,以维持低压蒸汽管线43的压力P4。

[0070] 如果再热蒸汽截止阀64及再热蒸汽调节阀65开启,开始向中压蒸汽轮机32供应蒸汽,则再热后蒸汽管线42b的压力P3降低。因此,控制装置100慢慢关闭中压轮机旁路阀72,以维持再热后蒸汽管线42b的压力P3。

[0071] 如果主汽阀61及主蒸汽调节阀62开启,开始向高压蒸汽轮机31供应高压蒸汽,则主蒸汽管线41的压力P2降低。因此,如图3所示,高压轮机旁路阀控制器104慢慢关闭高压轮机旁路阀68,以维持主蒸汽管线41的压力P2。

[0072] 之后,如果识别到对各蒸汽轮机31、32、33供应的蒸汽的切换条件成立,则控制装置100会变更对各蒸汽轮机31、32、33供应蒸汽的蒸汽管线的维持压力。具体为,控制装置100控制低压轮机旁路阀73,使得低压蒸汽管线43的压力P4维持为例如比低压蒸汽轮机33的额定压力1MPa高少许的1.1MPa。因此,即便满足上述切换条件,但只要低压蒸汽管线43的压力P4未达到1.1MPa以上,低压轮机旁路阀73就不会开启。此外,在识别到上述切换条件成立时,控制装置100控制中压轮机旁路阀72,使得再热后蒸汽管线42b的压力P3维持为例如比中压蒸汽轮机32的额定压力4MPa高少许的4.1MPa。因此,即便满足上述切换条件,但只要再热后蒸汽管线42b的压力P3未达到4.1MPa以上,中压轮机旁路阀72就不会开启。此外,在识别到上述切换条件成立时,控制装置100的高压轮机旁路阀控制器104控制高压轮机旁路阀68,使得主蒸汽管线41的压力P2维持为例如比高压蒸汽轮机31的额定压力12MPa高少许的12.1MPa。因此,即便满足上述切换条件,但只要主蒸汽管线41的压力P2未达到12.1MPa以上,高压轮机旁路阀68就不会开启。

[0073] 如上所述,主蒸汽调节阀62慢慢开启,向高压蒸汽轮机31慢慢供应高压蒸汽的过程中,从高压蒸汽轮机31排出的蒸汽温度由于风阻损失而上升。因此,在本实施方式中,在高压蒸汽轮机31的启动过程中,如图3所示,预先开启通风阀71,将从高压蒸汽涡轮

机31排出的蒸汽经由通风管线52,送至冷凝器36。因此,在本实施方式中,高压蒸汽涡轮机31的蒸汽入口的压力和蒸汽出口的压力差变大,高压蒸汽涡轮机31内的蒸汽作功量变多,可以抑制从高压蒸汽涡轮机31排出的蒸汽温度上升。

[0074] 利用通风阀控制器110的判断部111判断为供应给高压蒸汽涡轮机31的高压蒸汽流量达到规定流量时,通风阀71关闭。具体为,通风阀控制器110的判断部111根据流入蒸汽压力计82检测的压力P1,判断供应给高压蒸汽涡轮机31的高压蒸汽流量是否达到规定流量(判断工序)。供应给高压蒸汽涡轮机31的高压蒸汽流量和流入蒸汽压力计82检测的压力P1具有正相关性。因此,根据流入蒸汽压力计82检测的压力P1,将高压蒸汽流量相关的规定流量所对应的压力预先设定为阈值,借此,判断部111可以根据流入蒸汽压力计82检测的压力P1是否达到阈值,来判断高压蒸汽流量是否达到规定流量。

[0075] 利用通风阀控制器110的阈值变更部114,根据排热回收锅炉20的启动模式变更该阈值。在向高压蒸汽涡轮机31通入蒸汽之前,利用高压蒸汽涡轮机31中所设置的温度计83检测的高压蒸汽涡轮机31的温度例如为400℃以上时,启动模式识别部113识别为热态模式;温度计83检测的高压蒸汽涡轮机31的温度例如低于400℃时,启动模式识别部113识别为冷态模式(启动模式识别工序)。当启动模式识别部113识别的启动模式为热态模式时,阈值变更部114将阈值设定为例如4MPa。此外,当启动模式识别部113识别的启动模式为冷态模式时,阈值变更部114将阈值设定为例如2MPa(阈值变更工序)。

[0076] 判断部111判断为流入高压蒸汽涡轮机31的高压蒸汽流量达到规定流量,即流入蒸汽压力计82检测的压力P1达到阈值时,通风阀控制器110的指令输出部112对通风阀71输出关闭指令(指令输出工序)。该关闭指令中还包含如下内容:使通风阀71的单位时间开度变化量即开度变化率为预先设定的开度变化率。通风阀71在收到该关闭指令时,会按照预先设定的开度变化率慢慢关闭。

[0077] 这里,利用图3及图4,对启动模式为热态模式和冷态模式时各阀门的动作时刻的差异进行说明。另外,图3表示启动模式为热态模式时的时序图,图4表示启动模式为冷态模式时的时序图。

[0078] 热态模式和冷态模式下燃气涡轮机10开始输出的时刻t1基本相同。但是,冷态模式下燃气涡轮机10的输出达到额定输出所用时间比热态模式要长。

[0079] 热态模式和冷态模式下,开启各蒸汽涡轮机31、32、33的蒸汽截止阀61、64、66及蒸汽调节阀62、65、67的条件,即向各蒸汽涡轮机31、32、33供应蒸汽的供应开始条件相同。然而,冷态模式下滞留于排热回收锅炉20中的水的温度及各蒸汽涡轮机31、32、33的金属温度比热态模式低,因此,向各蒸汽涡轮机31、32、33供应蒸汽的供应开始条件成立的时刻比热态模式的时刻要晚。借此,冷态模式下各蒸汽涡轮机31、32、33的蒸汽截止阀61、64、66及蒸汽调节阀62、65、67开启的时刻,进而蒸汽涡轮机31、32、33开始输出的时刻t2(c)比热态模式下的相关时刻t2(h)要晚。

[0080] 进而,冷态模式下各蒸汽涡轮机31、32、33的蒸汽调节阀62、65、67的单位时间开度变化量即开度变化率比热态模式小。换言之,相较于热态模式,冷态模式下各蒸汽涡轮机31、32、33的蒸汽调节阀62、65、67会缓慢地开启。因此,相较于热态模式,冷态模式下蒸汽涡轮机31、32、33的输出会缓慢地增加。

[0081] 机组启动过程中,热态模式和冷态模式下各蒸汽管线中应维持的压力相同。即,在

机组启动过程中,无论是热态模式还是冷态模式,均对高压涡轮机旁路阀68进行控制,使得主蒸汽管线41的压力P2维持为5MPa。进而,对中压涡轮机旁路阀72进行控制,使得再热后蒸汽管线42b的压力P3维持为2MPa,并对低压涡轮机旁路阀73进行控制,使得低压蒸汽管线43的压力P4维持为0.5MPa。

[0082] 在热态模式下的启动过程中,高压蒸汽涡轮机31的第一级静叶环的温度在400℃以上。因此,在热态模式下的启动过程中,通风阀控制器110的启动模式识别部113识别启动模式为热态模式。如上所述,当启动模式识别部113识别的启动模式为热态模式时,阈值变更部114将阈值设定为例如4MPa。借此,在热态模式的启动过程中,如果流入蒸汽压力计82检测的压力P1达到4MPa,则判断部111判断为流入高压蒸汽涡轮机31的高压蒸汽流量达到规定流量。当判断部111判断为达到规定流量时,通风阀控制器110的指令输出部112对通风阀71输出关闭指令。如图3所示,通风阀71在收到该关闭指令时,会按照预先设定的开度变化率关闭(t3(h))。

[0083] 此外,在冷态模式下的启动过程中,高压蒸汽涡轮机31的第一级静叶环的温度低于400℃。因此,在冷态模式下的启动过程中,通风阀控制器110的启动模式识别部113识别启动模式为冷态模式。如上所述,当启动模式识别部113识别的启动模式为冷态模式时,阈值变更部114将阈值设定为例如2MPa。借此,在冷态模式的启动过程中,如果流入蒸汽压力计82检测的压力P1达到2MPa,则判断部111判断为流入高压蒸汽涡轮机31的高压蒸汽流量达到规定流量。当判断部111判断为达到规定流量时,如上所述,通风阀控制器110的指令输出部112对通风阀71输出关闭指令。如图4所示,通风阀71在收到该关闭指令时,会按照预先设定的开度变化率关闭(t3(c))。

[0084] 在本实施方式中,假设热态模式下通风阀71开始关闭前高压蒸汽产生部21中的高压蒸汽产生量为200t/h。进而,该高压蒸汽中,经过高压涡轮机旁路阀68及排热回收锅炉20的再热部26,流入再热后蒸汽管线42b的高压蒸汽流量为100t/h,经由通风阀71流入冷凝器36的高压蒸汽流量为100t/h。该情况下,如果忽略中压蒸汽产生部23所产生的中压蒸汽,则在通风阀71关闭前后,流过再热后蒸汽管线42b的蒸汽流量会由100t/h变化为200t/h。

[0085] 此外,在本实施方式中,假设冷态模式下通风阀71开始关闭前高压蒸汽产生部21中的高压蒸汽产生量为150t/h。进而,该高压蒸汽中,经过高压涡轮机旁路阀68及排热回收锅炉20的再热部26,流入再热后蒸汽管线42b的高压蒸汽流量为100t/h,经由通风阀71流入冷凝器36的高压蒸汽流量为50t/h。该情况下,和上述一样,如果忽略中压蒸汽产生部23所产生的中压蒸汽,则在通风阀71关闭前后,流过再热后蒸汽管线42b的蒸汽流量会由100t/h变化为150t/h。

[0086] 这里,作为比较例,以冷态模式下用于判断流入高压蒸汽涡轮机31的高压蒸汽流量是否达到规定流量的阈值和热态模式相同的情况为例进行说明。在该比较例中,和本实施方式的冷态模式的情况一样,冷态模式下通风阀71开始关闭前高压蒸汽产生部21中的高压蒸汽产生量为150t/h。在该比较例中,由于冷态模式和热态模式下用于判断流入高压蒸汽涡轮机31的高压蒸汽流量是否达到规定流量的阈值(相当于规定流量为100t/h的4MPa)相同,因此,在通风阀71开始关闭前,经由通风阀71流入冷凝器36的高压蒸汽流量为100t/h。换言之,如图4所示,比较例中关闭通风阀71的时刻t3(cc)比本实施方式中关闭通风阀71的时刻t3(c)要晚。其结果为,高压蒸汽产生部21的高压蒸汽产生量中,经过高压涡轮机旁

路阀68及排热回收锅炉20的再热部26,流入再热后蒸汽管线42b的高压蒸汽流量为50t/h(=150t/h-100t/h)。因此,在该比较例中,冷态模式下,如果忽略中压蒸汽产生部23所产生的中压蒸汽,则在通风阀71关闭前后,流过再热后蒸汽管线42b的蒸汽流量会由50t/h变化为150t/h。

[0087] 因此,相较于本实施方式的冷态模式及热态模式,比较例的冷态模式下在通风阀71关闭前后流过再热后蒸汽管线42b的蒸汽的流量变化率更大。所以,在比较例的冷态模式下,再热蒸汽管线42相关的控制系统,更具体而言,根据通过再热后蒸汽管线42b的蒸汽的状态量等进行控制的控制系统不稳定的可能性变高。

[0088] 然而,在本实施方式中,如以上所述,关于用于判断流入高压蒸汽轮机31的高压蒸汽流量是否达到规定流量的阈值,热态模式下设为4MPa(相当于规定流量为100t/h),冷态模式下设为2MPa(相当于规定流量为50t/h)。因此,在本实施方式中,在冷态模式下,可以使通风阀71关闭前后流过再热后蒸汽管线42b的蒸汽的流量变化率和热态模式一样相对较小,从而可以抑制再热蒸汽管线42相关的控制系统不稳定。

[0089] 在机组启动过程中,来自高压蒸汽产生部21的高压蒸汽的温度和该高压蒸汽产生量具有正相关性。也就是说,在机组启动过程中,如果来自高压蒸汽产生部21的高压蒸汽的温度变高,则该高压蒸汽产生量变多;如果来自高压蒸汽产生部21的高压蒸汽的温度变低,则该高压蒸汽产生量变少。此外,在机组启动过程中,如果高压蒸汽的温度变高,则供应给高压蒸汽轮机31的高压蒸汽的流量变大。因此,在机组启动过程中,高压蒸汽的温度和向高压蒸汽轮机31供应的高压蒸汽的流量具有正相关性。本发明者着眼于相关方面,在本实施方式中,相对于高压蒸汽的温度,使判断部111判断是否达到规定流量的阈值具有正相关性地变更。因此,在本实施方式中,当来自高压蒸汽产生部21的高压蒸汽产生量较少时,规定流量变小,可以使通风阀71关闭前后流过再热后蒸汽管线42b的蒸汽的流量变化率减小。

[0090] 另外,在以上的实施方式中,根据高压蒸汽轮机31中设置的温度计83所检测的温度,识别排热回收锅炉20的启动模式。然而,也可以如下进行识别:如果自前一次燃气轮机10停止后,此次燃气轮机10在预先设定的时间以内启动,则识别为排热回收锅炉20的启动模式为热态模式;如果超出预先设定的时间,则识别为排热回收锅炉20的启动模式为冷态模式。

[0091] 此外,在以上实施方式中,根据排热回收锅炉20的启动模式,变更阈值。然而,如图1中的虚线所示,也可以在主蒸汽管线41上设置温度计89,根据该温度计89检测的高压蒸汽的温度,变更阈值。该情况下,高压蒸汽的温度较高时增大阈值,高压蒸汽的温度较低时减小阈值。也就是说,在该情况下,通风阀控制器110不识别排热回收锅炉20的启动模式。

[0092] 此外,以上采用两个值作为阈值,也可以采用三个以上的值。例如,作为排热回收锅炉20的启动模式,包括:高压蒸汽轮机31的温度在450℃以上的热态模式,高压蒸汽轮机31的温度在350℃以上且低于450℃的温态模式,以及高压蒸汽轮机31的温度低于350℃的冷态模式。该情况下,热态模式下可以将阈值设定为4MPa,温态模式下可以将阈值设定为3MPa,冷态模式下可以将阈值设定为2MPa。

[0093] 以上,使流入高压蒸汽轮机31的高压蒸汽的特定压力为判断部111判断是否达到规定流量的阈值。然而,也可以设置流量计,对流入高压蒸汽轮机31的高压蒸汽的流量

进行检测,使该流量计检测的特定流量为判断部111判断是否达到规定流量的阈值。

[0094] 此外,在以上内容中,输出给通风阀71的关闭指令中包含如下内容:使通风阀71的单位时间开度变化量即开度变化率为预先设定的开度变化率。因此,关于该开度变化率,也可以使其相对于高压蒸汽的温度有正相关性地变更。也就是说,高压蒸汽的温度较高时,增大开度变化率;高压蒸汽的温度较低时,减小开度变化率。

[0095] 另外,本实施方式的联合循环机组具备高压蒸汽轮机31、中压蒸汽轮机32及低压蒸汽轮机33共3台蒸汽轮机。然而,具备相当于本实施方式的高压蒸汽轮机31的第一蒸汽轮机和相当于本实施方式的中压蒸汽轮机32的第二蒸汽轮机,不具备相当于本实施方式的低压蒸汽轮机33的蒸汽轮机的情况也适用本发明。

[0096] 工业上的可利用性

[0097] 根据本发明的一实施方式,可以抑制再热蒸汽管线相关的控制系统出现暂时不稳定的情况。

[0098] 符号说明

[0099] 10 燃气轮机

[0100] 11 压缩机

[0101] 12 燃烧器

[0102] 20 排热回收锅炉

[0103] 21 高压蒸汽产生部(第一蒸汽产生部)

[0104] 23 中压蒸汽产生部

[0105] 26 再热部

[0106] 27 低压蒸汽产生部

[0107] 31 高压蒸汽轮机(第一蒸汽轮机)

[0108] 32 中压蒸汽轮机(第二蒸汽轮机)

[0109] 33 低压蒸汽轮机

[0110] 34 发电机

[0111] 36 冷凝器

[0112] 41 主蒸汽管线(第一蒸汽管线)

[0113] 42 再热蒸汽管线

[0114] 42a 再热前蒸汽管线

[0115] 42b 再热后蒸汽管线

[0116] 43 低压蒸汽管线

[0117] 44 供水管线

[0118] 51 高压轮机旁路管线(第一旁路管线)

[0119] 52 通风管线(第二旁路管线)

[0120] 53 中压轮机旁路管线

[0121] 54 低压轮机旁路管线

[0122] 61 主汽阀

[0123] 62 主蒸汽调节阀

[0124] 64 再热蒸汽截止阀

- [0125] 65 再热蒸汽调节阀
- [0126] 66 低压蒸汽截止阀
- [0127] 67 低压蒸汽调节阀
- [0128] 68 高压涡轮机旁路阀
- [0129] 71 通风阀
- [0130] 72 中压涡轮机旁路阀
- [0131] 73 低压涡轮机旁路阀
- [0132] 81 高压蒸汽压力计
- [0133] 82 流入蒸汽压力计
- [0134] 83、89 温度计
- [0135] 84 再热蒸汽压力计
- [0136] 85 低压蒸汽压力计
- [0137] 86 输出计
- [0138] 100 控制装置
- [0139] 110 通风阀控制器
- [0140] 111 判断部
- [0141] 112 指令输出部
- [0142] 113 启动模式识别部
- [0143] 114 阈值变更部

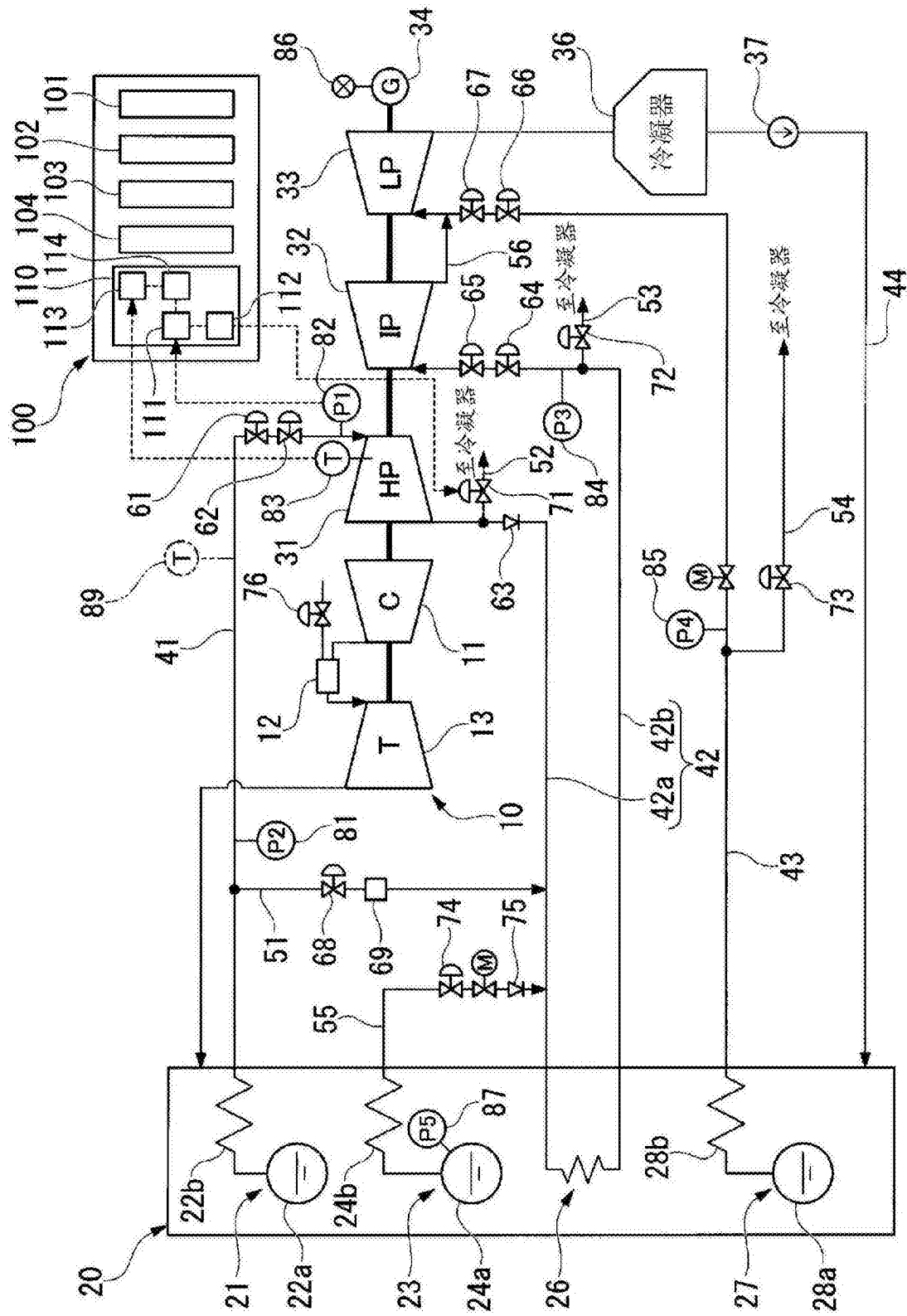


图1

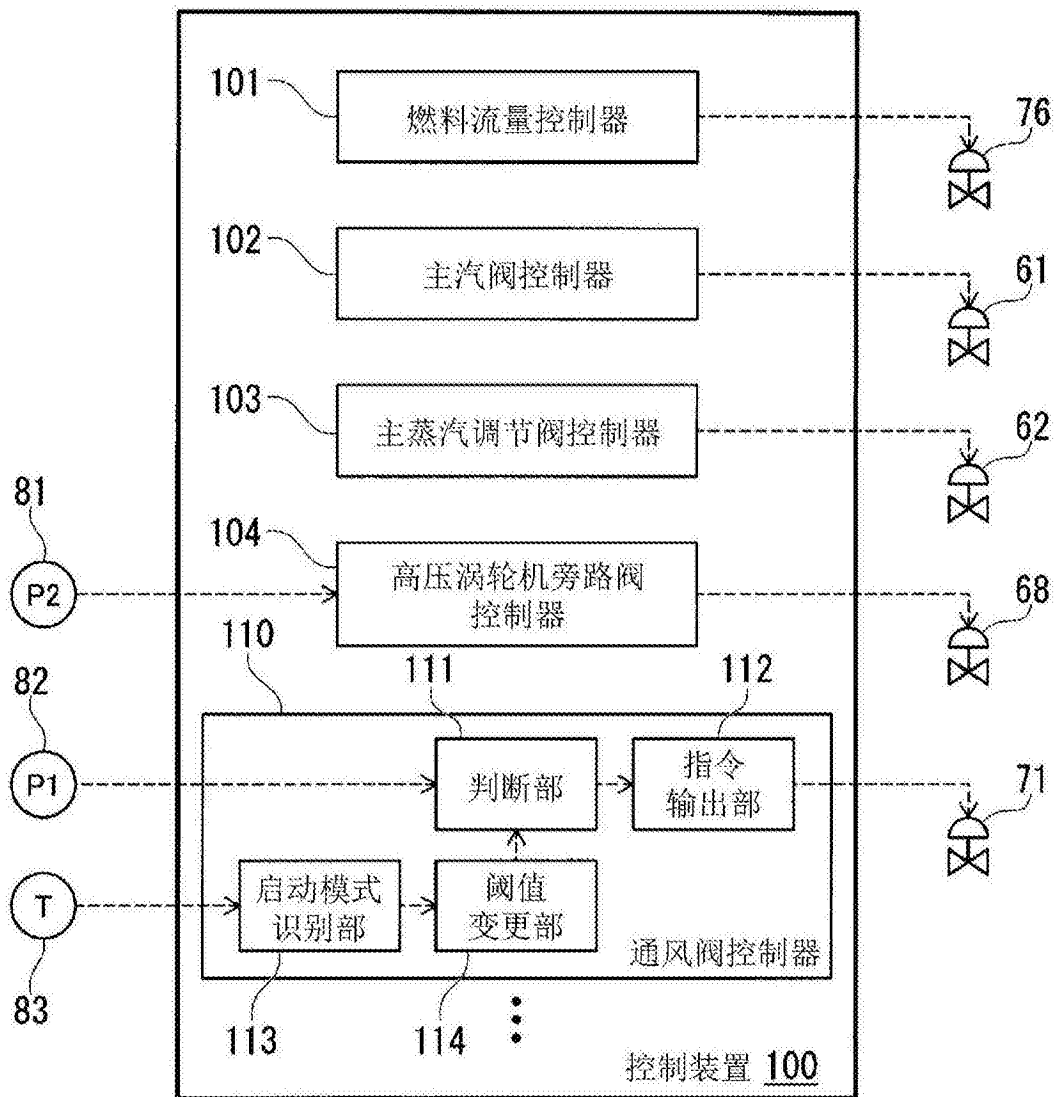


图2

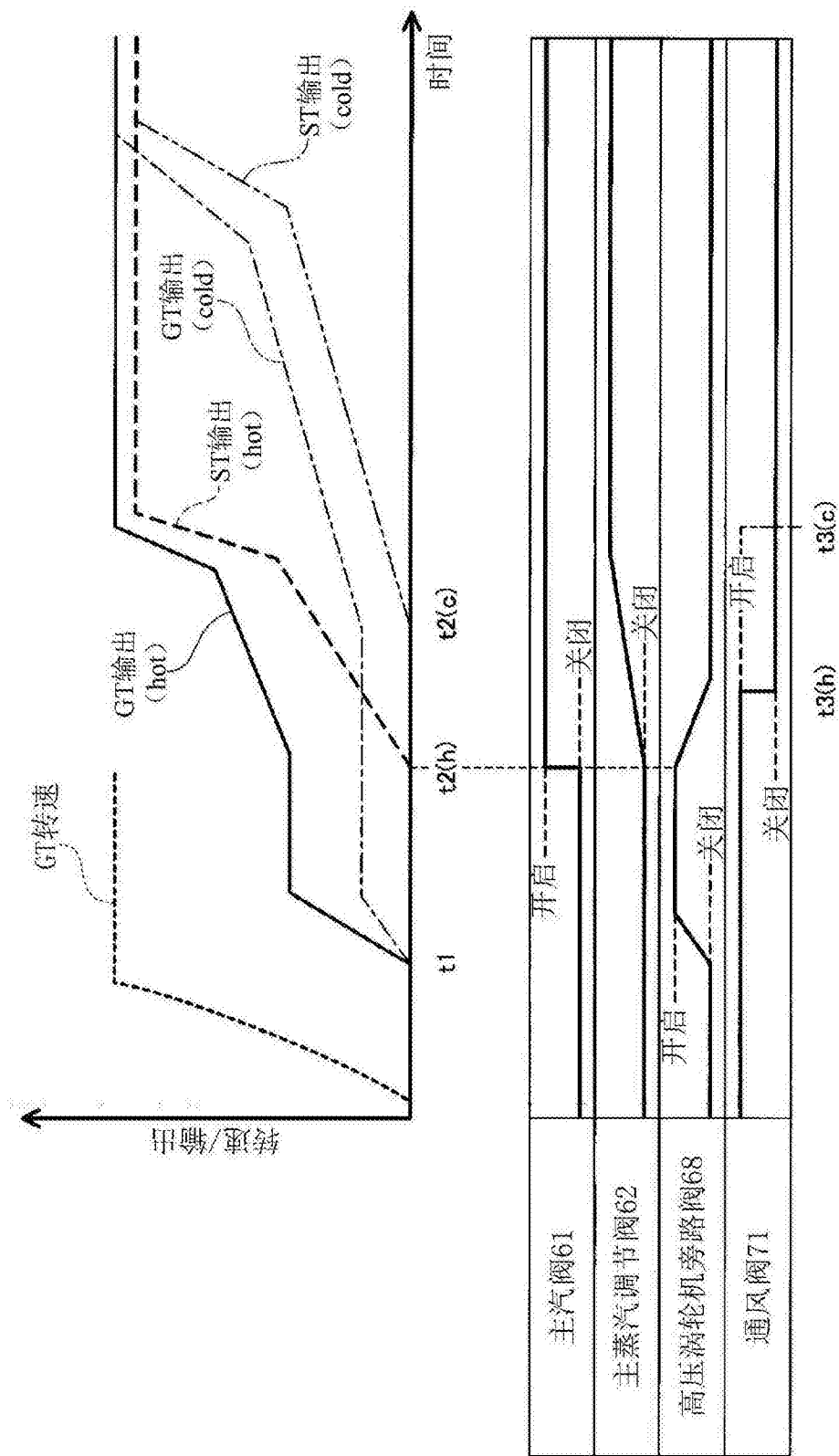


图3

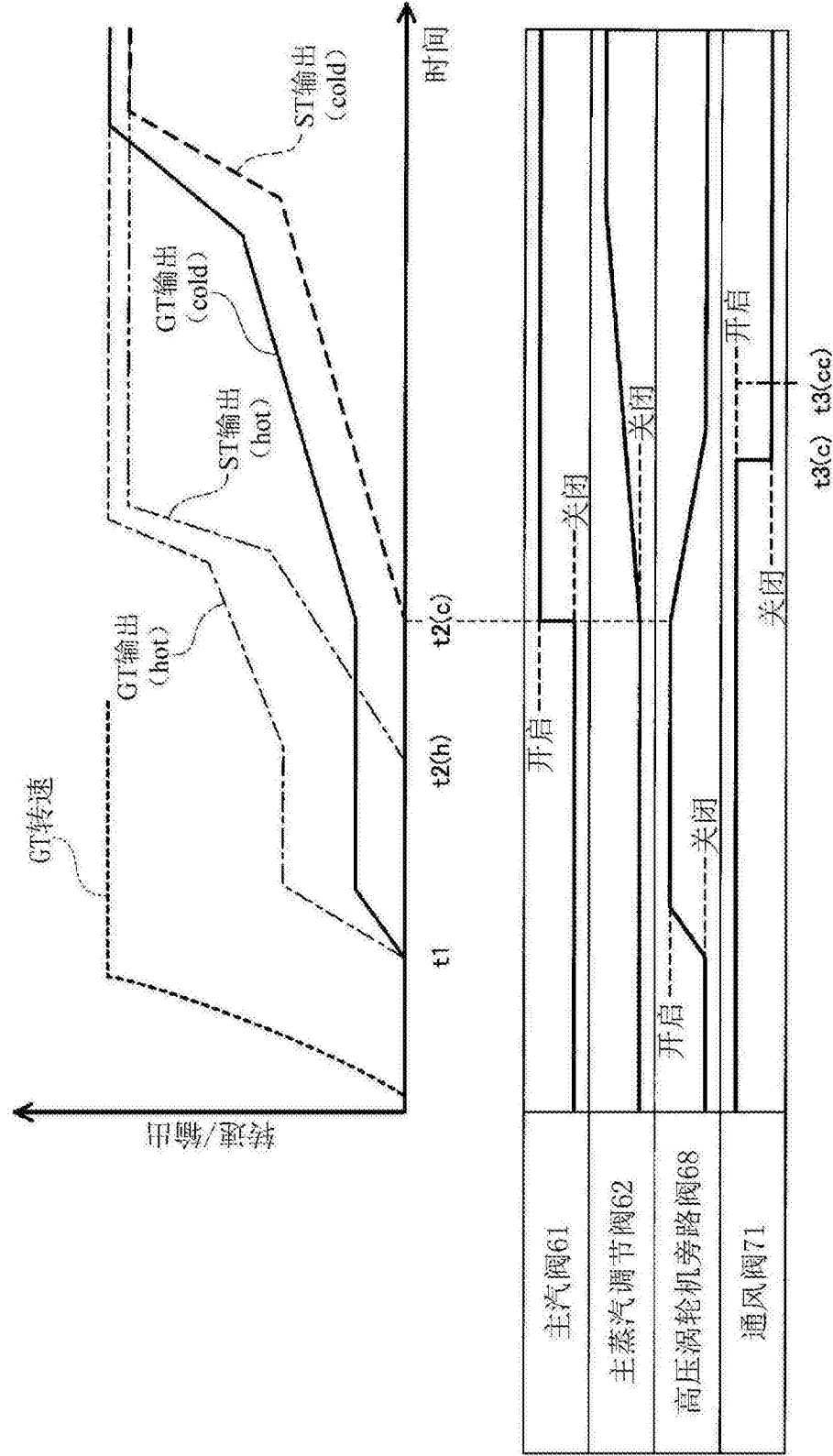


图4