



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101519984 B

(45) 授权公告日 2014. 08. 27

(21) 申请号 200910007904. 6

CN 1165238 A, 1997. 11. 19,

(22) 申请日 2009. 02. 25

CN 1213740 A, 1999. 04. 14,

(30) 优先权数据

US 2008022685 A1, 2008. 01. 31,

12/040, 296 2008. 02. 29 US

审查员 林秀霞

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 D·F·霍尔豪尔 F·J·达马托

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 曾祥尧 刘华联

(51) Int. Cl.

F01K 23/10(2006. 01)

F02C 6/18(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1735846 A, 2006. 02. 15,

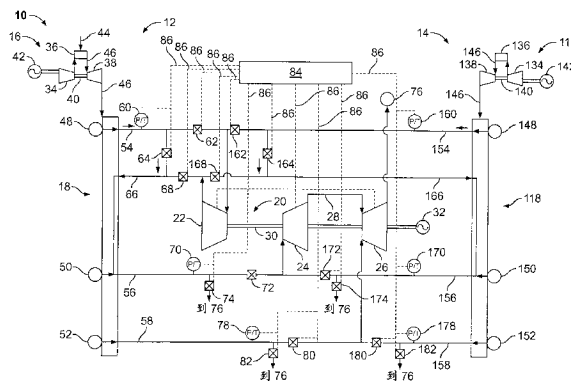
权利要求书3页 说明书14页 附图2页

(54) 发明名称

用于将蒸汽导入涡轮的系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及用于将蒸汽导入涡轮的系统和方法,具体而言,本发明提供了一种用于在联合循环发电系统中操作蒸汽涡轮(20)的控制系统。该控制系统配置成将第一数量的蒸汽从第一蒸汽发生器(32)引向蒸汽涡轮,以利于给蒸汽涡轮提供动力,在与蒸汽涡轮成流动连通联接的第二蒸汽发生器中产生第二数量的蒸汽,在将第二数量的蒸汽从第二蒸汽发生器引入蒸汽涡轮的情况下计算蒸汽涡轮中的预测应力水平,确定将第二数量的蒸汽引入蒸汽涡轮的起始时间,使得所计算的预测应力水平将不超过蒸汽涡轮的预定应力极限,并且在所确定的起始时间自动地将第二数量的蒸汽从第二蒸汽发生器引入蒸汽涡轮。



1. 一种用于操作联合循环发电系统中的蒸汽涡轮的方法,所述方法包括:
将第一数量的蒸汽从第一蒸汽发生器引向所述蒸汽涡轮,以利于给所述蒸汽涡轮提供动力;
在与所述蒸汽涡轮成流动连通联接的第二蒸汽发生器中产生第二数量的蒸汽;
在将所述第二数量的蒸汽从所述第二蒸汽发生器引入所述蒸汽涡轮的情况下,计算所述蒸汽涡轮中的预测应力水平;
确定将所述第二数量的蒸汽引入所述蒸汽涡轮的起始时间,使得计算出的预测应力水平将不超过所述蒸汽涡轮的预定应力极限;且
在所确定的起始时间将所述第二数量的蒸汽自动地从所述第二蒸汽发生器引向所述蒸汽涡轮。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括计算旁通阀的闭合速率,这利于防止所计算的预测应力水平超过所述蒸汽涡轮的预定应力极限。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,确定将所述第二数量的蒸汽引入所述蒸汽涡轮的起始时间还包括利用模型预测控制确定所述起始时间。
4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,确定将所述第二数量的蒸汽引入所述蒸汽涡轮的起始时间还包括控制至少一个隔离阀和至少一个旁通阀中的至少一个,以利于将所述第二蒸汽压力保持在第一蒸汽压力的预定范围内。
5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,确定将所述第二数量的蒸汽引入所述蒸汽涡轮的起始时间还包括:
确定第一蒸汽流和第二蒸汽流的化学成分;且
将所述第二蒸汽流的化学成分与所述第一蒸汽流的化学成分进行比较,以确定所述第二蒸汽流和所述第一蒸汽流的混合物的化学成分是否处于所述蒸汽涡轮的预定操作参数的范围内。
6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
确定多个蒸汽涡轮构件的温度;
计算所述多个蒸汽涡轮构件的当前应力率的变化;且
在将所述第二数量的蒸汽从所述第二蒸汽发生器引入所述蒸汽涡轮的情况下,计算所述多个蒸汽涡轮构件的预测应力率变化。
7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
在所确定的起始时间打开至少一个隔离阀,以利于将所述第二数量的蒸汽引入所述蒸汽涡轮;以及
以旁通阀闭合速率关闭至少一个旁通阀,以利于增加被引向所述蒸汽涡轮的第二数量的蒸汽。
8. 一种用于在联合循环发电系统中操作蒸汽涡轮的控制系统,所述控制系统配置成:
将第一数量的蒸汽从第一蒸汽发生器引向蒸汽涡轮,以利于给所述蒸汽涡轮提供动力;
在与所述蒸汽涡轮成流动连通联接的第二蒸汽发生器中产生第二数量的蒸汽;
在将所述第二数量的蒸汽从所述第二蒸汽发生器引入所述蒸汽涡轮的情况下,计算所述蒸汽涡轮中的预测应力水平;

确定将所述第二数量的蒸汽引入所述蒸汽涡轮的起始时间,使得计算出的预测应力水平将不超过所述蒸汽涡轮的预定应力极限;且

在所确定的起始时间将所述第二数量的蒸汽自动地从所述第二蒸汽发生器引向所述蒸汽涡轮。

9. 根据权利要求8所述的控制系统,其特征在于,所述控制系统还配置成:

确定多个蒸汽涡轮构件的温度;

计算所述多个蒸汽涡轮构件的当前应力率的变化;且

在将所述第二数量的蒸汽从所述第二蒸汽发生器引入所述蒸汽涡轮的情况下,计算所述多个蒸汽涡轮构件的预测应力率变化。

10. 根据权利要求8所述的控制系统,其特征在于,所述控制系统还配置成控制至少一个隔离阀和至少一个旁通阀中的至少一个,以利于将所述第二蒸汽压力保持在第一蒸汽压力的预定范围内。

11. 根据权利要求8所述的控制系统,其特征在于,所述控制系统还配置成:

确定第一蒸汽流和第二蒸汽流的化学成分;且

将所述第二蒸汽流的化学成分与所述第一蒸汽流的化学成分进行比较,以确定所述第二蒸汽流和所述第一蒸汽流的混合物的化学成分是否处于所述蒸汽涡轮的预定操作参数的范围内。

12. 根据权利要求8所述的控制系统,其特征在于,所述控制系统还配置成计算旁通阀的闭合速率,这利于防止所计算的预测应力水平超过所述蒸汽涡轮的预定应力极限。

13. 根据权利要求8所述的控制系统,其特征在于,所述控制系统还配置成:

在所确定的起始时间打开至少一个隔离阀,以利于将所述第二数量的蒸汽引入所述蒸汽涡轮;以及

以旁通阀闭合速率关闭至少一个旁通阀,以利于增加被引向所述蒸汽涡轮的第二数量的蒸汽。

14. 根据权利要求8所述的控制系统,其特征在于,所述控制系统还配置成利用模型预测控制而计算预测的应力水平,并确定所述起始时间。

15. 一种联合循环发电系统,包括:

蒸汽涡轮;

与第一蒸汽发生器成流动连通联接的第一燃烧涡轮,所述第一蒸汽发生器与所述蒸汽涡轮成流动连通联接;

与第二蒸汽发生器成流动连通联接的第二燃烧涡轮,所述第二蒸汽发生器与所述蒸汽涡轮成流动连通联接;和

控制器,其与所述第一蒸汽发生器、所述第二蒸汽发生器及所述蒸汽涡轮中的至少其中一个成连通联接,其中,所述控制器配置成:

将第一数量的蒸汽从所述第一蒸汽发生器引向所述蒸汽涡轮,以利于给所述蒸汽涡轮提供动力;

在与所述蒸汽涡轮成流动连通联接的所述第二蒸汽发生器中产生第二数量的蒸汽;

在将所述第二数量的蒸汽从所述第二蒸汽发生器引入所述蒸汽涡轮的情况下,计算所述蒸汽涡轮中的预测应力水平;

确定将所述第二数量的蒸汽引入所述蒸汽涡轮的起始时间,使得计算出的预测应力水平将不超过所述蒸汽涡轮的预定应力极限,且

在所确定的所述起始时间将所述第二数量的蒸汽自动地从所述第二蒸汽发生器引向所述蒸汽涡轮。

16. 根据权利要求 15 所述的联合循环发电系统,其特征在于,所述控制器还配置成计算旁通阀的闭合速率,这利于防止所计算的预测应力水平超过所述蒸汽涡轮的预定应力极限。

17. 根据权利要求 15 所述的联合循环发电系统,其特征在于,所述控制器还配置成:
确定第一蒸汽流和第二蒸汽流的化学成分;且

将所述第二蒸汽流的化学成分与所述第一蒸汽流的化学成分进行比较,以确定所述第二蒸汽流和所述第一蒸汽流的混合物的化学成分是否处于所述蒸汽涡轮的预定操作参数的范围内。

18. 根据权利要求 15 所述的联合循环发电系统,其特征在于,所述控制器还配置成控制至少一个隔离阀和至少一个旁通阀中的至少一个,以利于将所述第二蒸汽压力保持在第一蒸汽压力的预定范围内。

19. 根据权利要求 15 所述的联合循环发电系统,其特征在于,所述控制器还配置成:

在所确定的起始时间打开至少一个隔离阀,以利于将所述第二数量的蒸汽引入所述蒸汽涡轮;以及

以旁通阀闭合速率关闭至少一个旁通阀,以利于增加被引向所述蒸汽涡轮的第二数量的蒸汽。

20. 根据权利要求 15 所述的联合循环发电系统,其特征在于,所述控制器还配置成:
确定多个蒸汽涡轮构件的温度;

计算所述多个蒸汽涡轮构件的当前应力率的变化;且

在将所述第二数量的蒸汽从所述第二蒸汽发生器引入所述蒸汽涡轮的情况下,计算所述多个蒸汽涡轮构件的预测应力率变化。

用于将蒸汽导入涡轮的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明一般地涉及联合循环发电系统,而更具体地,涉及用于将蒸汽导入涡轮的系统和方法。

背景技术

[0002] 至少某些已知的联合循环发电系统包括至少两个燃气涡轮发动机和至少一个蒸汽涡轮发动机。各燃气涡轮发动机与热回收蒸汽发生器(“HRSG”)成流动连通联接,这有利于产生蒸汽。具体地说,来自各燃气涡轮发动机的排气被引入相应的HRSG,以产生用于其它电厂过程的蒸汽,这些过程例如但不局限于给蒸汽涡轮提供动力。

[0003] 在至少某些已知的联合循环发电系统中,第一燃气涡轮发动机被指定为先导燃气涡轮发动机(lead gas turbine engine),而第二燃气涡轮机被指定为滞后燃气涡轮机(lag gas turbine)。由先导燃气涡轮机所排放的排气产生的蒸汽最初为蒸汽涡轮提供动力,并且在随后的时间将滞后燃气涡轮机所排放的排气所产生的蒸汽导入蒸汽涡轮。在至少某些已知的联合循环系统中,将滞后燃气涡轮机的蒸汽混合到蒸汽涡轮中在各种蒸汽涡轮构件中产生温度梯度。根据该梯度的温度范围,在蒸汽涡轮中导致温度应力。此外,混合蒸汽的流率也可能在蒸汽涡轮中产生应力。此外,根据蒸汽的温度,随着时间的流逝,这种应力可能降低蒸汽涡轮构件的有效寿命,和/或可能负面地影响涡轮的效率。

[0004] 为了防止对蒸汽涡轮产生热应力,至少某些已知的联合循环发电系统在延长的时间周期内手动地将所产生的蒸汽在滞后HRSG中混合。然而,将滞后蒸汽缓慢地混合到蒸汽涡轮中可能导致电力系统的总效率降低。

发明内容

[0005] 在一个方面,提供了一种在联合循环发电系统中操作蒸汽涡轮的方法。该方法包括将第一数量的蒸汽从第一蒸汽发生器引入蒸汽涡轮以利于给蒸汽涡轮提供动力,在与蒸汽涡轮成流动连通联接的第二蒸汽发生器中产生第二数量的蒸汽,并在将第二数量的蒸汽从第二蒸汽发生器引入蒸汽涡轮的情况下计算蒸汽涡轮中的预测应力水平。确定将第二数量的蒸汽引入蒸汽涡轮的起始时间,使得计算出的预测应力水平将不超过该蒸汽涡轮的预定应力极限。在所确定的起始时间将第二数量的蒸汽自动地从第二蒸汽发生器引入蒸汽涡轮。

[0006] 提供的第一备选方法还包括计算旁通阀的闭合速率,其利于防止所计算的预测应力水平超过蒸汽涡轮的预定应力极限。

[0007] 提供的另一备选方法还包括确定将第二数量的蒸汽引入蒸汽涡轮的起始时间,还包括利用模型预测控制来确定起始时间。

[0008] 提供的又一备选方法还包括确定将第二数量的蒸汽引入蒸汽涡轮的起始时间,还包括控制至少一个隔离阀和至少一个旁通阀中的至少一个阀门,以利于将第二蒸汽压力保持在预定的第一蒸汽压力的范围内。

[0009] 提供的又一备选方法还包括确定将第二数量的蒸汽引入蒸汽涡轮的起始时间,还包括确定第一蒸汽流和第二蒸汽流的化学成分,并将第二蒸汽流的化学成分同第一蒸汽流的化学成分进行比较,以确定第二蒸汽流和第一蒸汽流的混合物的化学成分是否在蒸汽涡轮的预定操作参数的范围内。

[0010] 提供的又一备选方法还包括在将第二数量的蒸汽从第二蒸汽发生器引入蒸汽涡轮的情况下,确定多个蒸汽涡轮构件的温度,计算多个蒸汽涡轮构件的当前应力变化率,并计算多个蒸汽涡轮构件的预测应力变化率。

[0011] 提供的又一备选方法还包括在所确定的起始时间打开至少一个隔离阀,以利于将第二数量的蒸汽引入蒸汽涡轮,并以一个旁通阀闭合速率关闭至少一个旁通阀,以利于增加引入蒸汽涡轮的第二数量的蒸汽。

[0012] 在另一方面,提供了在联合循环发电系统中操作蒸汽涡轮的控制系统。该控制系统配置成将第一数量的蒸汽从第一蒸汽发生器引入蒸汽涡轮,以利于给蒸汽涡轮提供动力,在与蒸汽涡轮成流动连通联接的第二蒸汽发生器中产生第二数量的蒸汽,并在将第二数量的蒸汽从第二蒸汽发生器引入蒸汽涡轮的情况下计算蒸汽涡轮中的预测应力水平。该控制系统还配置成确定将第二数量的蒸汽引入蒸汽涡轮的起始时间,使得所计算的预测应力水平将不超过蒸汽涡轮的预定应力极限,并且在所确定的起始时间自动地将第二数量的蒸汽从第二蒸汽发生器引入蒸汽涡轮。

[0013] 提供的第一备选控制系统还配置成在将第二数量的蒸汽从第二蒸汽发生器引入蒸汽涡轮的情况下,确定多个蒸汽涡轮构件的温度,计算所述多个蒸汽涡轮构件的当前应力的变化率,并计算多个蒸汽涡轮构件的预测应力的变化率。

[0014] 提供的另一备选控制系统还配置成控制至少一个隔离阀和至少一个旁通阀中的至少其中一个阀门,以利于将第二蒸汽压力保持在预定的第一蒸汽压力的范围内。

[0015] 提供的又一备选控制系统还配置成确定第一蒸汽流和第二蒸汽流的化学成分,并将第二蒸汽流的化学成分同第一蒸汽流的化学成分进行比较,以确定第二蒸汽流和第一蒸汽流的混合物的化学成分是否在蒸汽涡轮的预定操作参数的范围内。

[0016] 提供的又一备选控制系统还配置成计算旁通阀的闭合速率,其利于防止所计算的预测应力水平超过蒸汽涡轮的预定应力极限。

[0017] 提供的又一备选控制系统还配置成在所确定的起始时间打开至少一个隔离阀,以利于将第二数量的蒸汽引入蒸汽涡轮,并以一个旁通阀闭合速率关闭至少一个旁通阀,以利于增加引入蒸汽涡轮的第二数量的蒸汽。

[0018] 提供的又一备选控制系统还配置成利用模型预测控制而计算预测应力水平,并确定起始时间。

[0019] 在又一方面,提供了一种联合循环发电系统。该联合循环发电系统包括蒸汽涡轮、与第一蒸汽发生器成流动连通联接的第一燃烧涡轮、以及与第二蒸汽发生器成流动连通联接的第二燃烧涡轮,该第一蒸汽发生器与蒸汽涡轮成流动连通联接,该第二蒸汽发生器与蒸汽涡轮成流动连通联接。该系统还包括与第一蒸汽发生器、第二蒸汽发生器及蒸汽涡轮中的至少其中一个成连通联接的控制器。该控制器配置成将第一数量的蒸汽从第一蒸汽发生器引入蒸汽涡轮,以利于给蒸汽涡轮提供动力,在与蒸汽涡轮成流动连通联接的第二蒸汽发生器中产生第二数量的蒸汽,并在将第二数量的蒸汽从第二蒸汽发生器引入蒸汽涡轮

的情况下计算蒸汽涡轮中的预测应力水平。该控制器还配置成确定将第二数量的蒸汽引入蒸汽涡轮的起始时间,使得所计算的预测应力水平将不超过蒸汽涡轮的预定应力极限,并且在所确定的起始时间自动地将第二数量的蒸汽从第二蒸汽发生器引入蒸汽涡轮。

[0020] 提供的第一备选联合循环发电系统还配置成可计算旁通阀的闭合速率,其利于防止所计算的预测应力水平超过所述蒸汽涡轮的预定应力极限。

[0021] 提供的另一备选联合循环发电系统还配置成确定第一蒸汽流和第二蒸汽流的化学成分,并将第二蒸汽流的化学成分同第一蒸汽流的化学成分进行比较,以确定第二蒸汽流和第一蒸汽流的混合物的化学成分是否在蒸汽涡轮的预定操作参数的范围内。

[0022] 提供的又一备选联合循环发电系统还配置成控制至少一个隔离阀和至少一个旁通阀中的至少其中一个阀门,以利于将第二蒸汽压力保持在预定的第一蒸汽压力的范围内。

[0023] 提供的又一备选联合循环发电系统还配置成在所确定的起始时间打开至少一个隔离阀,以利于将第二数量的蒸汽引入所述蒸汽涡轮,并以一个旁通阀闭合速率关闭至少一个旁通阀,以利于增加引入所述蒸汽涡轮的第二数量的蒸汽。

[0024] 提供的又一备选联合循环发电系统还配置成在将第二数量的蒸汽从所述第二蒸汽发生器引入所述蒸汽涡轮的情况下,确定多个蒸汽涡轮构件的温度,计算所述多个蒸汽涡轮构件的当前应力的变化率,并计算所述多个蒸汽涡轮构件的预测应力的变化率。

附图说明

[0025] 图 1 是一种示范性联合循环发电系统的示意图,和

[0026] 图 2 是图 1 中所示的联合循环发电系统的一种示范性操作方法的流程图。

[0027] 部件列表

[0028] 10 联合循环发电系统

[0029] 12 先导侧

[0030] 14 滞后侧

[0031] 16 燃气涡轮发动机

[0032] 18 热回收蒸汽发生器 (HRSG)

[0033] 20 蒸汽涡轮

[0034] 22 高压 (HP) 涡轮

[0035] 24 中间压力 (IP) 涡轮

[0036] 26 低压 (LP) 涡轮

[0037] 28LP 跨接集管

[0038] 30 转子轴

[0039] 32 发电机

[0040] 34 压缩机

[0041] 36 燃烧器

[0042] 38 涡轮

[0043] 40 转子轴

[0044] 42 发电机

- [0045] 44 燃料
- [0046] 46 燃烧气体
- [0047] 48HP 滚筒
- [0048] 50IP 滚筒
- [0049] 52LP 滚筒
- [0050] 54HP 蒸汽集管
- [0051] 56IP 蒸汽集管
- [0052] 58LP 蒸汽集管
- [0053] 60 压力和温度 (PT) 传感器
- [0054] 62HP 隔离阀
- [0055] 64HP 旁通阀
- [0056] 66 冷的再热蒸汽集管
- [0057] 68 冷的再热隔离阀
- [0058] 70PT 传感器
- [0059] 72IP 隔离阀
- [0060] 74IP 旁通阀
- [0061] 76 冷凝器
- [0062] 78PT 传感器
- [0063] 80LP 隔离阀
- [0064] 82LP 旁通阀
- [0065] 84 控制器
- [0066] 86 联接导线
- [0067] 116 燃气涡轮发动机
- [0068] 118HRSG
- [0069] 134 压缩机
- [0070] 136 燃烧器
- [0071] 138 涡轮
- [0072] 140 转子轴
- [0073] 142 发电机
- [0074] 146 燃烧气体
- [0075] 148HP 滚筒
- [0076] 150IP 滚筒
- [0077] 152LP 滚筒
- [0078] 154HP 蒸汽集管
- [0079] 156IP 蒸汽集管
- [0080] 158LP 蒸汽集管
- [0081] 160PT 传感器
- [0082] 162 隔离阀
- [0083] 164HP 旁通阀

- [0084] 166 冷的再热蒸汽集管
- [0085] 168 冷的再热隔离阀
- [0086] 170PT 传感器
- [0087] 172IP 隔离阀
- [0088] 174IP 旁通阀
- [0089] 178PT 传感器
- [0090] 180LP 隔离阀
- [0091] 182LP 旁通阀
- [0092] 200 方法
- [0093] 202 将热的排气从第二燃气涡轮引入第二 HRSG
- [0094] 204 将第一蒸汽从第一 HRSG 引入蒸汽涡轮
- [0095] 206 在第二 HRSG 中产生第二蒸汽
- [0096] 208 控制至少其中一个旁通阀
- [0097] 210 确定第一蒸汽和第二蒸汽的化学成分
- [0098] 212 将第二蒸汽化学成分与第一蒸汽化学成分进行比较,以确定化学成分是否在预定范围内
- [0099] 214 确定蒸汽涡轮构件的温度
- [0100] 216 计算蒸汽涡轮中的当前应力率变化
- [0101] 218 计算蒸汽涡轮中的预测的应力率变化
- [0102] 220 利用预测算法计算蒸汽涡轮的最大的预测应力
- [0103] 222 确定混合起始点
- [0104] 224 利用预测算法计算旁通阀的闭合速率
- [0105] 226 自动地调节隔离阀和旁通阀
- [0106] 228 一旦已经确定起始点,就自动地打开隔离阀
- [0107] 230 以这种旁通阀闭合速率自动地关闭旁通阀

具体实施方式

[0108] 图 1 是一种示范性联合循环发电系统 10 的示意图。总体而言,系统 10 包括先导侧 12 和滞后侧 14。在该示范性实施例中,先导侧 12 与滞后侧 14 是基本相同的。

[0109] 先导侧 12 包括燃气涡轮发动机 16,该燃气涡轮发动机 16 与热回收蒸汽发生器 (“HRSG”) 18 成流动连通联接,以利于产生第一蒸汽或先导蒸汽 (未显示)。HRSG18 与蒸汽涡轮组件 20 成流动连通联接。在该示范性实施例中,蒸汽涡轮组件 20 包括高压 (“HP”) 涡轮 22、中间压力 (“IP”) 涡轮 24 和低压 (“LP”) 涡轮 26。IP 涡轮 24 利用 IP-LP 跨接集管 (crossover header) 28 而与 LP 涡轮 26 成流动连通联接,如以下更详细所述。涡轮 22, 24 和 26 各联接在转子轴 30 上。此外,在该示范性实施例中,转子轴 30 还联接在发电机 32 上。

[0110] 在该示范性实施例中,先导燃气涡轮发动机 16 包括压缩机 34、燃烧器 36 和涡轮 38。压缩机 34 与燃烧器 36 成流动连通联接,燃烧器 36 与涡轮 38 的上游成流动连通联接。压缩机 34 和涡轮 38 各联接在转子轴 40 上。此外,在该示范性实施例中,转子轴 40 联接在

发电机 42 上。

[0111] 在操作期间,进入燃气涡轮发动机 16 的空气被压缩机 34 压缩,然后引向燃烧器 36。燃烧器 36 接收来自燃料源(未显示)的燃料 44,并在点燃混合物之前使燃料 44 和空气混合,从而形成热的燃烧气体 46。燃烧气体 46 被引向涡轮 38,以使涡轮旋转。因此,涡轮 38 的旋转造成轴 40 使发电机 42 旋转,发电机 42 产生电力。此外,在该示范性实施例中,从涡轮 38 排出的燃烧气体 46 被引向 HRSG18,以利于加热引导穿过 HRSG 的水,从而在 HRSG18 中产生蒸汽。应该懂得,HRSG18 可以是任何类型的使系统 10 能够如此处所述起作用的 HRSG。

[0112] 在该示范性实施例中,HRSG18 包括 HP 滚筒 48、IP 滚筒 50 和 LP 滚筒 52。HP 滚筒 48 与 HP 蒸汽集管 54 成流动连通联接,从而使 HP 蒸汽能够被引向蒸汽涡轮 20 的 HP 涡轮 22,如以下更详细所述。此外,IP 滚筒 50 与 IP 蒸汽集管 56 成流动连通联接,从而使 IP 蒸汽,或热的再热蒸汽能够被引向蒸汽涡轮 20 的 IP 涡轮 24,如以下更详细所述。LP 滚筒 52 与 LP 蒸汽集管 58 成流动连通联接,从而使低压蒸汽能够被引向蒸汽涡轮 20 的 LP 涡轮 26,如以下更详细所述。

[0113] 在该示范性实施例中,HP 蒸汽集管 54 包括至少一个压力和温度(“PT”)传感器 60、至少一个 HP 隔离阀 62 和至少一个 HP 旁通阀 64。PT 传感器 60 测量 HP 蒸汽集管 54 和 / 或 HP 滚筒 48 中的 HP 蒸汽的压力和温度。在该示范性实施例中,HP 蒸汽集管 54 通过至少一个 HP 隔离阀 62 而与 HP 涡轮 22 成流动连通联接,并且 / 或者通过至少一个 HP 旁通阀 64 而与冷的再热蒸汽集管 66 成流动连通联接。如以下更详细所述,在该示范性实施例中,HP 隔离阀 62 或者打开,以使 HP 蒸汽能够被引向 HP 涡轮 22,或者关闭,以基本上防止 HP 蒸汽被引向 HP 涡轮 22。备选地,可不定地调节 HP 隔离阀 62,以利于将至少一部分 HP 蒸汽引向 HP 涡轮 22。在该示范性实施例中,HP 旁通阀 64 是节流型阀门,其计量引向冷的再热蒸汽集管 66 的 HP 蒸汽的数量。备选地,HP 旁通阀 64 可以是使系统 10 能够如此处所述起作用的任何类型的阀门。

[0114] 冷的再热蒸汽集管 66 包括至少一个冷的再热隔离阀 68。此外,在该示范性实施例中,冷的再热蒸汽集管 66 与 HRSG18 成流动连通联接。更具体地说,在该示范性实施例中,冷的再热隔离阀 68 联接在 HP 涡轮 22 和 HRSG18 之间,以利于控制自 HP 涡轮 22 排出并引向 HRSG18 的冷的再热蒸汽流,如以下更详细所述。

[0115] 在该示范性实施例中,IP 蒸汽集管 56 包括至少一个 PT 传感器 70、至少一个热的再热 IP 隔离阀 72、以及至少一个 IP 旁通阀 74。PT 传感器 70 测量 IP 蒸汽集管 56 和 / 或 IP 滚筒 50 中的 IP 蒸汽的压力和温度。此外,IP 蒸汽集管 56 通过至少一个热的再热 IP 隔离阀 72 而与 IP 涡轮 24 成流动连通联接,并且 / 或者通过至少一个 IP 旁通阀 74 而与冷凝器 76 成流动连通联接。在该示范性实施例中,IP 隔离阀 72 或者打开以将 IP 蒸汽引向 IP 涡轮 24,或者关闭,以基本上防止 IP 蒸汽被引向 IP 涡轮 24。备选地,可将 IP 隔离阀 72 调节到多个位置,以利于将至少一部分 IP 蒸汽引向 IP 涡轮 24。在该示范性实施例中,IP 旁通阀 74 是节流型阀门,其计量引向冷凝器 76 的 IP 蒸汽的数量。备选地,IP 旁通阀 74 可以是使系统 10 能够如此处所述起作用的任何类型的阀门。

[0116] 在该示范性实施例中,LP 蒸汽集管 58 包括至少一个 PT 传感器 78、至少一个 LP 隔离阀 80 和至少一个 LP 旁通阀 82。PT 传感器 78 测量 LP 蒸汽集管 58 和 / 或 LP 滚筒 52 中

的 LP 蒸汽的压力和温度。在该示范性实施例中, LP 蒸汽集管 58 通过至少一个 LP 隔离阀 80 而与 LP 涡轮 26 成流动连通联接, 并且 / 或者通过至少一个 LP 旁通阀 82 而与冷凝器 76 成流动连通联接。在该示范性实施例中, LP 隔离阀 80 或者打开, 以利于将 LP 蒸汽引向 LP 涡轮 26, 或者关闭, 以基本上防止 LP 蒸汽被引向 LP 涡轮 26。备选地, 可将 LP 隔离阀 80 调节到多个位置, 以计量引向 LP 涡轮 26 的 LP 蒸汽的数量。在该示范性实施例中, LP 旁通阀 82 是节流型阀门, 其计量引向冷凝器 76 的 LP 蒸汽的数量。备选地, LP 旁通阀 82 可以是使系统 10 能够如此处所述起作用的任何类型的阀门。

[0117] 在该示范性实施例中, 滞后侧 14 包括燃气涡轮发动机 116, 该燃气涡轮发动机 116 与 HRSG118 成流动连通联接, 以利于产生用于蒸汽涡轮 20 的蒸汽。HRSG118 与蒸汽涡轮 20 成流动连通联接。在该示范性实施例中, 燃气涡轮发动机 116 包括压缩机 134、燃烧器 136 和涡轮 138。压缩机 134 与燃烧器 136 成流动连通联接, 燃烧器 136 与涡轮 138 的上游成流动连通联接。压缩机 134 和涡轮 138 各联接在转子轴 140 上。此外, 在该示范性实施例中, 转子轴 140 联接在发电机 142 上。燃气涡轮发动机 116 与先导燃气涡轮发动机 16 是基本相同的, 因此, 滞后燃气涡轮发动机 116 的操作与先导燃气涡轮发动机 16 的操作是基本相同的。

[0118] 在该示范性实施例中, HRSG118 包括 HP 滚筒 148、IP 滚筒 150 和 LP 滚筒 152。HP 滚筒 148 与 HP 蒸汽集管 154 成流动连通联接, 从而使 HP 蒸汽能够被引向蒸汽涡轮 20 的 HP 涡轮 22, 如以下更详细所述。此外, IP 滚筒 150 与 IP 蒸汽集管 156 成流动连通联接, 从而使 IP 蒸汽, 或热的再热蒸汽能够被引向蒸汽涡轮 20 的 IP 涡轮 24, 如以下更详细所述。LP 滚筒 152 与 LP 蒸汽集管 158 成流动连通联接, 从而使低压蒸汽能够被引向蒸汽涡轮 20 的 LP 涡轮 26, 如以下更详细所述。

[0119] 在该示范性实施例中, HP 蒸汽集管 154 包括至少一个 PT 传感器 160、至少一个 HP 隔离阀 162 和至少一个 HP 旁通阀 164。PT 传感器 160 测量 HP 蒸汽集管 154 和 / 或 HP 滚筒 148 中的 HP 蒸汽的压力和温度。在该示范性实施例中, HP 蒸汽集管 154 通过至少一个 HP 隔离阀 162 而与 HP 涡轮 22 成流动连通联接, 并且 / 或者通过至少一个 HP 旁通阀 164 而与冷的再热蒸汽集管 166 成流动连通联接。如以下更详细所述, 在该示范性实施例中, HP 隔离阀 162 或者打开, 以使 HP 蒸汽能够被引向 HP 涡轮 22, 或者关闭, 以基本上防止 HP 蒸汽被引向 HP 涡轮 22。备选地, 可将 HP 隔离阀 162 调节到多个位置, 以利于将至少一部分 HP 蒸汽引向 HP 涡轮 22。在该示范性实施例中, HP 旁通阀 164 是节流型阀门, 其计量引向冷的再热蒸汽集管 166 的 HP 蒸汽的数量。备选地, HP 旁通阀 164 可以是利于系统 10 如此处所述起作用的任何类型的阀门。

[0120] 冷的再热蒸汽集管 166 包括至少一个冷的再热隔离阀 168。此外, 冷的再热蒸汽集管 166 与 HRSG118 成流动连通联接。更具体地说, 在该示范性实施例中, 冷的再热隔离阀 168 联接在 HP 涡轮 22 和滞后 HRSG118 之间, 以利于控制自 HP 涡轮 22 流向 HRSG118 的冷的再热蒸汽流, 如以下更详细所述。

[0121] 在该示范性实施例中, IP 蒸汽集管 156 包括至少一个 PT 传感器 170、至少一个热的再热 IP 隔离阀 172、以及至少一个 IP 旁通阀 174。PT 传感器 170 测量 IP 蒸汽集管 156 和 / 或 IP 滚筒 150 中的 IP 蒸汽的压力和温度。此外, IP 蒸汽集管 156 通过至少一个热的再热 IP 隔离阀 172 而与 IP 涡轮 24 成流动连通联接, 并且 / 或者通过至少一个 IP 旁通阀

174 而与冷凝器 76 成流动连通联接。在该示范性实施例中, IP 隔离阀 172 或者打开以使 IP 蒸汽能够被引向 IP 涡轮 24, 或者关闭, 以基本上防止 IP 蒸汽被引向 IP 涡轮 24。备选地, 可将 IP 隔离阀 172 调节到多个位置, 以便将至少一部分 IP 蒸汽引向 IP 涡轮 24。在该示范性实施例中, IP 旁通阀 174 是节流型阀门, 其计量引向冷凝器 76 的 IP 蒸汽的数量。备选地, IP 旁通阀 174 可以是使系统 10 能够如此处所述起作用的任何类型的阀门。

[0122] 在该示范性实施例中, LP 蒸汽集管 158 包括至少一个 PT 传感器 178、至少一个 LP 隔离阀 180 和至少一个 LP 旁通阀 182。PT 传感器 178 测量 LP 蒸汽集管 158 和 / 或 LP 滚筒 152 中的 LP 蒸汽的压力和温度。在该示范性实施例中, LP 蒸汽集管 158 通过至少一个 LP 隔离阀 180 而与 LP 涡轮 26 成流动连通联接, 并且 / 或者通过至少一个 LP 旁通阀 182 而与冷凝器 76 成流动连通联接。在该示范性实施例中, LP 隔离阀 180 或者打开, 以使 LP 蒸汽能够被引向 LP 涡轮 26, 或者关闭, 以基本上防止 LP 蒸汽被引向 LP 涡轮 26。备选地, 可将 LP 隔离阀 180 调节到可变位置, 以便计量至少一部分被导向 LP 涡轮 26 的 LP 蒸汽。在该示范性实施例中, LP 旁通阀 182 是节流型阀门, 其计量引向冷凝器 76 的 LP 蒸汽的数量。备选地, LP 旁通阀 182 可以是利于系统 10 如此处所述起作用的任何类型的阀门。

[0123] 在该示范性实施例中, 滞后侧 14 与先导侧 12 是基本相同的。因此, 以下对先导侧 12 的构件的操作的描述也适用于滞后侧 14 的构件的操作。在操作期间, 在该示范性实施例中, 从先导燃气涡轮 16 排出的燃烧气体 46 被引入 HRSG18, 以利于在 HRSG 中产生蒸汽。具体地说, 燃烧气体 46 利于加热 HRSG18 中的水, 以便在 HP、IP 和 LP 滚筒 48, 50 和 52 中产生蒸汽。在 HP 滚筒 48 中所产生的 HP 蒸汽被引向先导 HP 蒸汽集管 54。在该示范性实施例中, HP 隔离阀 62 控制从先导 HP 蒸汽集管 54 引向 HP 涡轮 22 的 HP 蒸汽的数量。此外, HP 旁通阀 64 控制引向先导冷的再热蒸汽集管 66、且随后引入先导 HRSG18 的 HP 蒸汽的数量。因此, 阀门 64 控制 HP 滚筒 48 和 / 或先导 HP 蒸汽集管 54 中的蒸汽压力。在该示范性实施例中, 引向 HP 涡轮 22 的蒸汽将使其旋转。此外, 涡轮 22 和轴 30 的旋转造成发电机 32 旋转, 这使得能够产生电力。从 HP 涡轮 22 排出的冷的再热蒸汽通过先导冷的再热蒸汽集管 66 经由冷的再热隔离阀 68 而被引向 HRSG18。

[0124] 在该示范性实施例中, 冷的再热蒸汽在先导 HRSG18 中进行再加热, 并与 IP 滚筒 50 中所产生的 IP 蒸汽相接合。IP 蒸汽被引向先导 IP 蒸汽集管 56。在该示范性实施例中, IP 隔离阀 72 控制从先导 IP 蒸汽集管 56 引向 IP 涡轮 24 的 IP 蒸汽的数量。此外, IP 旁通阀 74 控制从先导 IP 蒸汽集管 56 引向冷凝器 76 的 IP 蒸汽的数量, 并因而控制着 IP 滚筒 50 和 / 或先导 IP 蒸汽集管 56 中的蒸汽压力。在该示范性实施例中, 引向 IP 涡轮 24 的 IP 蒸汽使其旋转。此外, 涡轮 24 和轴 30 的旋转使发电机 32 旋转, 这使得能够产生电力。自 IP 涡轮 24 排出的蒸汽通过 IP-LP 跨接集管 28 而被引入 LP 涡轮 26, 并使 LP 涡轮 26 和轴 30 旋转。

[0125] 此外, 在该示范性实施例中, LP 滚筒 52 中所产生的 LP 蒸汽被引入 LP 蒸汽集管 58。在该示范性实施例中, LP 隔离阀 80 利于将 LP 蒸汽从 LP 蒸汽集管 58 引向 LP 涡轮 26。此外, LP 旁通阀 82 利于将 LP 蒸汽引向冷凝器 76, 以利于控制 LP 滚筒 52 和 / 或 LP 蒸汽集管 58 中的 LP 蒸汽的压力。在该示范性实施例中, LP 蒸汽从先导 LP 蒸汽集管 58 引向 LP 涡轮 26, 以使其旋转。涡轮 26 和轴 30 的旋转使发电机 32 旋转, 这使得能够产生电力。自 LP 涡轮 26 排出的蒸汽被引向冷凝器 76。

[0126] 在该示范性实施例中,系统 10 还包括控制器 84,控制器 84 与多个构件成连通联接,包括但不限于隔离阀 62,68,72,80,162,168,172 和 180,旁通阀 64,74,82,164,174 和 182,涡轮 22,24 和 26,以及多个 PT 传感器 60,70,78,160,170 和 178。具体地说,在该示范性实施例中,控制器 84 发送和 / 或接收来自系统 10 的各个构件的信号。在一个实施例中,控制器 84 是使系统 10 能够如此处所述起作用的任何合适的控制器,例如商业上可从 General Electric Power Systems,Schenectady New York 获得的 Mark VI SPEEDTRONIC™ 控制器。在该示范性实施例中,控制器 84 是基于处理器的系统,其包括发动机控制软件,该软件将控制器 84 配置成执行下述过程。如此处所述,用语“处理器”并不只局限于本领域中被称为处理器的集成电路,而是广泛地指计算机、处理器、微型控制器、微型计算机、可编程逻辑控制器、专用集成电路以及其它可编程电路。

[0127] 控制器 84 包括处理器(未显示)、存储器(未显示)、多个输入渠道(未显示)、多个输出渠道(未显示),并可能包括计算机(未显示)。如此处所用,用语“计算机”并不只局限于本领域中被称为计算机的那些集成电路,而是广泛地指处理器、微型控制器、微型计算机、可编程逻辑控制器、专用集成电路以及其它可编程电路,这些用语在这里可互换使用。在该示范性实施例中,存储器可包括,但不限于计算机可读介质,例如随机存取存储器。备选地,可使用大容量存储装置(未显示),以使控制器 84 能够永久地保留大量数据。大容量存储装置可包括所有类型的磁盘驱动器,例如软盘、硬盘和光盘,以及可读取数据并将数据写入到磁带上的磁带驱动器,磁带可包括数字录音带(“DAT”)、数字线性磁带(“DLT”)或其它磁编码介质。另外,在该示范性实施例中,多个输入渠道可代表,但不限于与操作界面相关联的计算机外围设备,例如鼠标和键盘。备选地,还可使用其它计算机外围设备例如扫描仪。此外,在该示范性实施例中,多个输出渠道可包括,但不限于操作界面监视器。

[0128] 在该示范性实施例中,如这里所述,控制器 84 通过多个使数据传输能够进行的联接导线 86 而与系统构件成连通联接。在一个备选实施例中,控制器 84 通过收发器或使系统 10 能够如此处所述起作用的任何其它无线通信装置而无线地联接到系统构件上。在另一实施例中,控制器 84 可以是远程定位的,并可通过网络,例如但不限于局域网(“LAN”)、无线局域网和 / 或广域网(“WAN”)而与系统 10 的构件通信。

[0129] 控制器 84 接受来自系统构件的多个输入,处理输入,基于至少一个编程算法和 / 或离散环境而产生合适的输出,并将信号发送给合适的系统构件,以控制那些构件。在该示范性实施例中,控制器 84 利用预测性算法。在一个实施例中,控制器 84 利用模型预测控制(“MPC”)算法,例如在 D'Amato 等人转让给 General Electric Power Systems,Schenectady New York 的美国专利申请 No. 2007/0055392 中所述的算法。备选地,控制器 84 可利用使系统 10 能够如此处所述起作用的任何算法和 / 或程序。在该示范性实施例中,如下更详细所述,该算法预测在滞后 HRS118 中所产生的滞后蒸汽被引入或混入蒸汽涡轮 20 的情况下,蒸汽涡轮 20 构件中的未来的温度梯度和压力差或应力。该预测算法将蒸汽涡轮 20 的预测应力同储存在控制器 84 中的蒸汽涡轮 20 的预定操作参数进行比较。

[0130] 在该示范性实施例中,控制器 84 控制系统构件,以使先导燃气涡轮发动机 16 和滞后燃气涡轮发动机 116 所产生的蒸汽能够被引入蒸汽涡轮 20,而不会在蒸汽涡轮 20 中使任何构件产生过应力。更具体地说,控制器 84 利于将蒸汽涡轮 20 中所产生的应力降低至蒸

汽涡轮 20 的预定操作参数范围内的水平。此外,控制器 84 利于最大程度地减小将滞后蒸汽混入到蒸汽涡轮 20 中所需要的时间量。因此,控制器 84 利于防止蒸汽涡轮 20 产生过应力,并且利于提高蒸汽涡轮 20 的效率和寿命。

[0131] 在该示范性实施例中,在混合其中的滞后蒸汽之前,将足够数量的先导蒸汽供给蒸汽涡轮 20,以利于给蒸汽涡轮 20 提供动力。为了给蒸汽涡轮 20 供给先导蒸汽,操作员首先将燃气涡轮发动机 16 指定为先导涡轮,并同样将 HRSG18 用作先导 HRSG。因此,发动机 116 和 HRSG118 被用作滞后构件。一旦指定先导燃气涡轮发动机 16,即开始燃气涡轮发动机 16 的操作,使得燃烧气体 46 被引向 HRSG18,以产生其受动旋转。

[0132] 在将蒸汽从 HRSG18 引入蒸汽涡轮 20 之前,在集管 54,56 和 58 中产生足够量的蒸汽压力。在该示范性实施例中,控制器 84 通过有选择地定位隔离阀 62,72 和 80 以及旁通阀 64,74 和 82 而控制着先导 HP、IP 和 LP 集管 54,56 和 58 中的压力。更具体地说,在该示范性实施例中,控制器 84 利用逻辑 HP 设定点 SP1 和 SP2(如以下更详细所述)而控制 HP 隔离阀 62 和 HP 旁通阀 64。更具体地说,在该示范性实施例中,控制器 84 控制着阀门 62 和 64,以确保在一段时间内,将先导 HP 蒸汽集管 54 中所产生的蒸汽引向蒸汽涡轮 20,而不会超过蒸汽涡轮 20 的预定操作参数。具体地说,在该示范性实施例中,控制器 84 将 HP 设定点 SP1 设置为基本等于先导 HP 蒸汽集管 54 中的最小可容许压力,其可基于其预定的操作参数而引入 HP 涡轮 22。例如,在先导 HP 蒸汽集管 54 中的压力小于 HP 设定点 SP1 的情况下,关闭 HP 旁通阀 64,以利于提高先导 HP 蒸汽集管 54 中的压力。此外,在先导 HP 蒸汽集管 54 中的压力超过 HP 设定点 SP1 的情况下,打开 HP 旁通阀 64,以利于降低先导 HP 蒸汽集管 54 中的压力。

[0133] 在先导 HP 蒸汽集管 54 中的压力基本等于 HP 设定点 SP1 之后,控制器 84 控制 HP 旁通阀 64 的位置,以利于将先导 HP 蒸汽集管 54 中的压力保持在 HP 设定点 SP1 上。接下来,控制器 84 打开 HP 隔离阀 62,以便将蒸汽引入 HP 涡轮 22。此外,在打开 HP 隔离阀 62 的同时或在打开 HP 隔离阀 62 之前,控制器 84 打开冷的再热隔离阀 68,以利于将冷的再热蒸汽从 HP 涡轮 22 引向先导 HRSG18。

[0134] 此外,在该示范性实施例中,控制器 84 还利用逻辑 IP 设定点 SP1 和 SP2 而控制 IP 隔离阀 72 和 IP 旁通阀 74。更具体地说,在该示范性实施例中,控制器 84 使阀门 72 和 74 定位成使包含在先导 IP 蒸汽集管 56 中的蒸汽能够被引向 IP 涡轮 24,而不会超过蒸汽涡轮 20 的预定操作参数。具体地说,在该示范性实施例中,控制器 84 将 IP 设定点 SP1 设置为与先导 IP 蒸汽集管 56 中可容许的最小压力基本相等,其可基于设置在控制器 84 中的预定操作参数而被引入 IP 涡轮 24。例如,在先导 IP 蒸汽集管 56 中的压力小于 IP 设定点 SP1 的情况下,控制器 84 关闭 IP 旁通阀 74,以利于提高先导 IP 蒸汽集管 56 中的压力。此外,在先导 IP 蒸汽集管 56 中的压力超过 IP 设定点 SP1 的情况下,控制器 84 打开 IP 旁通阀 74,以利于将先导 IP 蒸汽集管 56 中的压力降低至 IP 设定点 SP1。

[0135] 一旦先导 IP 蒸汽集管 56 中的压力基本等于 IP 设定点 SP1,控制器 84 控制 IP 旁通阀 74 的位置,以利于将先导 IP 蒸汽集管 56 中的压力保持在 IP 设定点 SP1 上。然后控制器 84 打开 IP 隔离阀 72,以使蒸汽能够被引入 IP 涡轮 24。自 IP 涡轮 24 排出的蒸汽通过 IP-LP 跨接集管 28 而被引向 LP 涡轮。

[0136] 在该示范性实施例中,控制器 84 还利用逻辑 LP 设定点 SP1 和 SP2 而控制 LP 隔离

阀 80 和 LP 旁通阀 82。更具体地说,在该示范性实施例中,控制器 84 控制阀门 80 和 82,以使包含在先导 LP 蒸汽集管 58 中的蒸汽能够被引向 LP 涡轮 26,而不会超过蒸汽涡轮 20 的预定的操作参数。具体地说,在该示范性实施例中,控制器 84 将 LP 设定点 SP1 设置为与先导 LP 蒸汽集管 58 中的可容许的最小压力大致相等,其可基于设置在控制器 84 中的预定操作参数而被引入 LP 涡轮 26。例如,在先导 LP 蒸汽集管 58 中的压力小于 LP 设定点 SP1 的情况下,控制器 84 关闭 LP 旁通阀 82,以利于增加先导 LP 蒸汽集管 58 中的压力。此外,在先导 LP 蒸汽集管 58 中的压力超过 LP 设定点 SP1 的情况下,控制器 84 打开 LP 旁通阀 82,以利于将先导 LP 蒸汽集管 58 中的压力降低至 LP 设定点 SP1。

[0137] 一旦先导 LP 蒸汽集管 58 中的压力基本等于 LP 设定点 SP1,控制器 84 控制 LP 旁通阀 82 的位置,以利于将先导 LP 蒸汽集管 58 中的压力保持在 LP 设定点 SP1 上。接下来,控制器 84 打开 LP 隔离阀 80,以便将蒸汽引入 LP 涡轮 26。自 LP 涡轮 26 排出的蒸汽被引入冷凝器 76,以冷凝成水,随后水被引向先导 HRSG18。

[0138] 在该示范性实施例中,一旦先导燃气涡轮发动机 16 和先导 HRSG18 产生足以驱动 HP 涡轮 22 的蒸汽流,关闭旁通阀 64,并且控制器 84 中逻辑化编程的入口压力控制 (“IPC”) 发送 TRUE 逻辑 (未显示) 至控制器 84。一旦接收到 TRUE IPC 逻辑,控制器 84 开始使用 HP、IP 和 LP 设定点 SP2 来控制相应的先导 HP、IP 和 LP 蒸汽集管 54,56 和 58 中的蒸汽压力。更具体地说,控制器使用设定点 SP2 以利于通过关闭旁通阀 64,74 和 82 而将 HRSG18 所产生的蒸汽引向蒸汽涡轮 20。在该示范性实施例中,各个设定点 SP2 通常是变化的设定点,其中用于各先导集管 54,56 和 58 的设定点 SP2 的值通常设置为大致为各个先导集管 54,56 和 58 中的压力加上偏差。结果,各个设定点 SP2 的值通常高于各个相应的先导集管 54,56 和 58 中的压力,这使相应的旁通阀 64,74 和 82 能够保持关闭。同样,先导集管 54,56 和 58 中的基本上所有的蒸汽都被引入蒸汽涡轮 20。

[0139] 此外,一旦控制器 84 接收到来自 IPC 的 TRUE 逻辑,则控制器 84 激活模型预测控制算法,该算法开始计算在将滞后蒸汽混入到蒸汽涡轮 20 的情况下,蒸汽涡轮 20 的最大的预测应力,如以下更详细所述。

[0140] 图 2 是一种将蒸汽引入蒸汽涡轮 20 的示范性方法 200 的流程图。最初,在步骤 202,燃烧气体 146 从滞后燃气涡轮 116 引入滞后 HRSG118,以利于产生滞后蒸汽。在该示范性实施例中,操作员确认滞后燃气涡轮发动机 116 在运转并在产生蒸汽。备选地,控制器 84 可确认滞后燃气涡轮发动机 116 是否在运转并产生蒸汽。在滞后燃气涡轮发动机 116 不运转的情况下,操作员则开始其操作。备选地,控制器 84 可确认滞后燃气涡轮发动机 116 的操作或开始其操作。如上所述,在步骤 204,先导蒸汽从先导 HRSG18 引入蒸汽涡轮 20,以利于给蒸汽涡轮 20 提供动力。

[0141] 在步骤 206 中,控制器 84 促进在滞后 HRSG118 中,更具体地说,在滞后集管 154,156 和 158 中产生滞后蒸汽压力。此外,在步骤 208 中,控制器 84 控制旁通阀 164,174 和 182,以使滞后集管 154,156,和 158 中的压力保持基本等于,和 / 或处于相应的 HP、IP 和 LP 涡轮 22,24 和 26 中的预定压力范围内。更具体地说,在该示范性实施例中,控制器 84 利用逻辑 HP 设定点 SP1 和 SP3 而在步骤 208 控制 HP 隔离阀 162 和 HP 旁通阀 164。具体地说,在该示范性实施例中,控制器 84 确立 HP 设定点 SP1,使其基本上等于 HP 涡轮 22 中的先导蒸汽的压力。备选地,可将 HP 设定点 SP1 设为处于 HP 涡轮 22 中的先导蒸汽压力的预定压

力范围内的压力。例如,在滞后 HP 蒸汽集管 154 中的压力小于 HP 设定点 SP1 的情况下,控制器 84 关闭 HP 旁通阀 164,以利于提高滞后 HP 蒸汽集管 154 中的压力。此外,在滞后 HP 蒸汽集管 154 中的压力超过 HP 设定点 SP1 的情况下,控制器 84 打开 HP 旁通阀 164,以利于将滞后 HP 蒸汽集管 154 中的压力降低至 HP 设定点 SP1。一旦滞后 HP 蒸汽集管 154 中的压力基本等于 HP 设定点 SP1,在步骤 208 控制器 84 就控制 HP 旁通阀 164 的位置,以便将滞后 HP 蒸汽集管 154 中的压力保持在 HP 设定点 SP1 上。

[0142] 此外,在该示范性实施例中,在步骤 208 控制器 84 还利用逻辑 IP 设定点 SP1 和 SP3 而控制 IP 隔离阀 172 和 IP 旁通阀 174。具体地说,在该示范性实施例中,控制器 84 确立 IP 设定点 SP1,使其基本上等于 IP 涡轮 24 中的蒸汽压力。备选地,可将 IP 设定点 SP1 设为处于 IP 涡轮 24 中的先导蒸汽压力的预定压力范围内的压力。例如,在滞后 IP 蒸汽集管 156 中的压力小于 IP 设定点 SP1 的情况下,控制器 84 关闭 IP 旁通阀 174,以利于增加滞后 IP 蒸汽集管 156 中的压力。此外,在滞后 IP 蒸汽集管 156 中的压力超过 IP 设定点 SP1 的情况下,控制器 84 打开 IP 旁通阀 174,以利于将滞后 IP 蒸汽集管 156 中的压力减小至 IP 设定点 SP1。一旦滞后 IP 蒸汽集管 156 中的压力基本等于 IP 设定点 SP1,在步骤 208 控制器 84 控制 IP 旁通阀 174 的可变位置,以利于将滞后 IP 蒸汽集管 156 中的压力保持在 IP 设定点 SP1 上。

[0143] 在该示范性实施例中,在步骤 208 控制器 84 还利用逻辑 LP 设定点 SP1 和 SP3 而控制 LP 隔离阀 180 和 LP 旁通阀 182。具体地说,在该示范性实施例中,控制器 84 设置 LP 设定点 SP1,使其基本上等于 LP 涡轮 26 中的先导蒸汽压力。备选地,可将 LP 设定点 SP1 设为处于 LP 涡轮 26 中的先导蒸汽压力的预定压力范围内的压力。例如,在滞后 LP 蒸汽集管 158 中的压力小于 LP 设定点 SP1 的情况下,控制器 84 关闭 LP 旁通阀 182,以利于增加滞后 LP 蒸汽集管 158 中的压力。此外,在滞后 LP 蒸汽集管 158 中的压力超过 LP 设定点 SP1 的情况下,控制器 84 打开 LP 旁通阀 182,以利于将滞后 LP 蒸汽集管 158 中的压力减小至 LP 设定点 SP1。一旦滞后 LP 蒸汽集管 158 中的压力基本等于 LP 设定点 SP1 时,在步骤 208 控制器 84 控制 LP 旁通阀 182 的可变位置,以利于将滞后 LP 蒸汽集管 158 中的压力保持在 LP 设定点 SP1 上。

[0144] 然后在步骤 210 确定先导蒸汽和滞后蒸汽的化学成分。更具体地说,在该示范性实施例中,控制器 84 基于先导蒸汽和滞后蒸汽的化学成分而在步骤 210 确定是否容许将滞后蒸汽混入先导蒸汽。在该示范性实施例中,在步骤 210 操作员手动确定滞后蒸汽和 / 或先导蒸汽的化学成分,并将数据输入到控制器 84 中。备选地,控制器 84 可利用多个传感器(未显示)而自动地测试先导蒸汽和 / 或滞后蒸汽的化学成分,这些传感器联接在先导蒸汽集管 54,56 和 58、滞后蒸汽集管 154,156 和 158、以及蒸汽涡轮 20 的至少其中一个上。在该示范性实施例中,操作员测试先导蒸汽和滞后蒸汽的浓度,包括但不限于钠、硅、氯和硫酸盐。在步骤 212 控制器 84 将先导蒸汽化学成分与滞后蒸汽化学成分进行比较,以确定先导蒸汽和滞后蒸汽的混合物的化学成分是否在设置于控制器 84 中的预定混合参数的范围内。在控制器 84 在步骤 210 中确定滞后蒸汽具有适合混合的化学成分的情况下,控制器 84 将化学成分逻辑设为 TRUE。

[0145] 然后,在步骤 214 控制器 84 确定蒸汽涡轮 20 的构件的温度,包括但不限于 HP 涡轮 22 和 IP 涡轮 24 的表面温度和孔内温度。此外,在步骤 216 控制器 84 计算蒸汽涡轮

20 中的当前应力的变化率。更具体地说,在该示范性实施例中,在步骤 216 控制器 84 计算蒸汽涡轮 20 的构件的温度梯度改变的应力率。例如,在流向蒸汽涡轮 20 的先导蒸汽的流量恒定不变的情况下,蒸汽涡轮构件的温度梯度将随着蒸汽涡轮构件的温度变得相对彼此均匀而以该应力率耗散。此外,在将滞后蒸汽引入蒸汽涡轮 20 的情况下,在步骤 218 控制器 84 计算蒸汽涡轮 20 中的预测应力率变化。具体地说,在该示范性实施例中,在将滞后蒸汽引入蒸汽涡轮 20 的情况下,在步骤 218 控制器 84 计算产生温度梯度的预测的应力率。

[0146] 在该示范性实施例中,在将滞后蒸汽混入到蒸汽涡轮 20 中的情况下,在计算出预测的最大应力时,在步骤 220 控制器 84 还利用预测算法而计算蒸汽涡轮 20 的最大的预测应力。在一个备选实施例中,控制器 84 在步骤 220 利用模型预测控制而计算最大的预测应力。如此处所用,用语“最大的预测应力”是从滞后蒸汽混入蒸汽涡轮 20 时起,在未来的一个预定时间蒸汽涡轮 20 中的最大应力。此外,控制器 84 基于所确定的蒸汽涡轮 20 的温度以及滞后 HP 蒸汽集管 154 及 IP 蒸汽集管 156 的压力和温度而在步骤 220 计算蒸汽涡轮 20 中的最大的预测应力。在该示范性实施例中,预测算法在步骤 220 计算未来大约一小时以内蒸汽涡轮 20 的最大预测应力。备选地,预测算法在步骤 220 计算未来使系统 10 能够如此处所述起作用的任何时候的蒸汽涡轮 20 的最大预测应力。在预测算法确定蒸汽涡轮 20 的最大的预测应力低于蒸汽涡轮 20 的预定最大工作应力的情况下,预测算法在控制器 84 中将非过应力逻辑设为 TRUE。

[0147] 然后控制器 84 在步骤 222 确定混合起始点,一旦滞后 HP 集管 154 和 IP 集管 156 中的压力基本上等于相应涡轮 22 和 24 中的压力,就将化学成分逻辑设为 TRUE,并且将非过应力逻辑设为 TRUE。在该示范性实施例中,控制器 84 在步骤 224 利用预测算法计算旁通阀的闭合速率。在该示范性实施例中,旁通阀的闭合速率利于限制旁通阀 164,174 和 182 关闭的速率。更具体地说,旁通阀的闭合速率利于防止蒸汽涡轮 20 中的应力超过蒸汽涡轮 20 的预定操作参数。

[0148] 一旦在步骤 222 已经确定起始点,控制器 84 在步骤 226 利用相应的 HP、IP 和 LP 设定点 SP3 而自动地调整隔离阀 162,168,172 和 180 以及旁通阀 164,174 和 182,以利于将滞后蒸汽引入蒸汽涡轮 20。在该示范性实施例中,各个设定点 SP3 通常是变化的设定点,使得设定点 SP3 的值通常大于各个相应的滞后集管 154,156 和 158 中的压力,使得将关闭相应的旁通阀 164,174 和 182。具体地说,设定点 SP3 的值还包括旁通阀的闭合速率,其利于调节关闭旁通阀 164,174 和 182 的速率。一旦在步骤 222 已经确定起始点,控制器 84 在步骤 228 就自动地打开隔离阀 162,168,172,和 180,以利于将滞后蒸汽引向蒸汽涡轮 20。然后控制器 84 在步骤 230 以该旁通阀的闭合速率自动地关闭旁通阀 164,174 和 182,以利于增加引入蒸汽涡轮 20 的滞后蒸汽的数量,而不会超过蒸汽涡轮 20 的预定的最大工作应力。此外,控制器 84 利于最大程度地减小将滞后蒸汽引导并完全混入蒸汽涡轮 20 所需要的时间量。结果,控制器 84 利于防止蒸汽涡轮 20 中产生过应力状态,并且利于提高蒸汽涡轮 20 的效率和寿命。

[0149] 如此处所用,以单数形式引用,且前缀“一”或“一个”的元件或步骤应该被理解为不排除所述元件或步骤的复数,除非明确地陈述了这种例外情形。此外,对本发明的“一个实施例”的引用不意图被理解为排除其它实施例的存在,其也包含所陈述的特征。

[0150] 以上详细地描述了用于将蒸汽引入涡轮的系统和方法的示范性实施例。所示的该

系统和方法并不局限于此处所述的特定的实施例,相反该系统的构件可与此处所述的其它构件独立且分开地使用。此外,在该方法中所描述的步骤可与此处所述的其它步骤独立且分开地进行使用。

[0151] 虽然已经就各种特定的实施例描述了本发明,但是本领域技术人员将会认识到可利用在权利要求书的精神和范围内的变型来实践本发明。

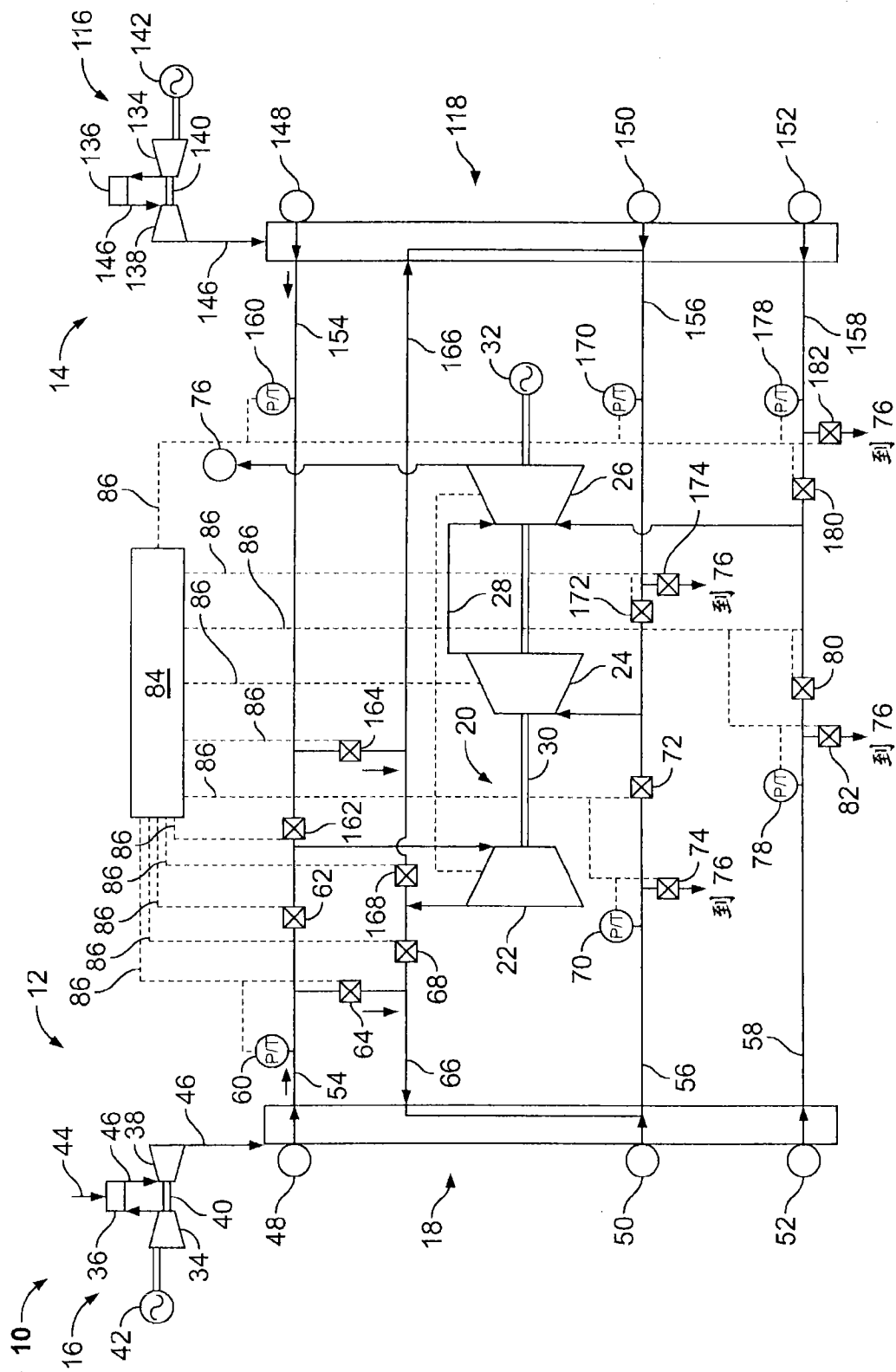


图 1

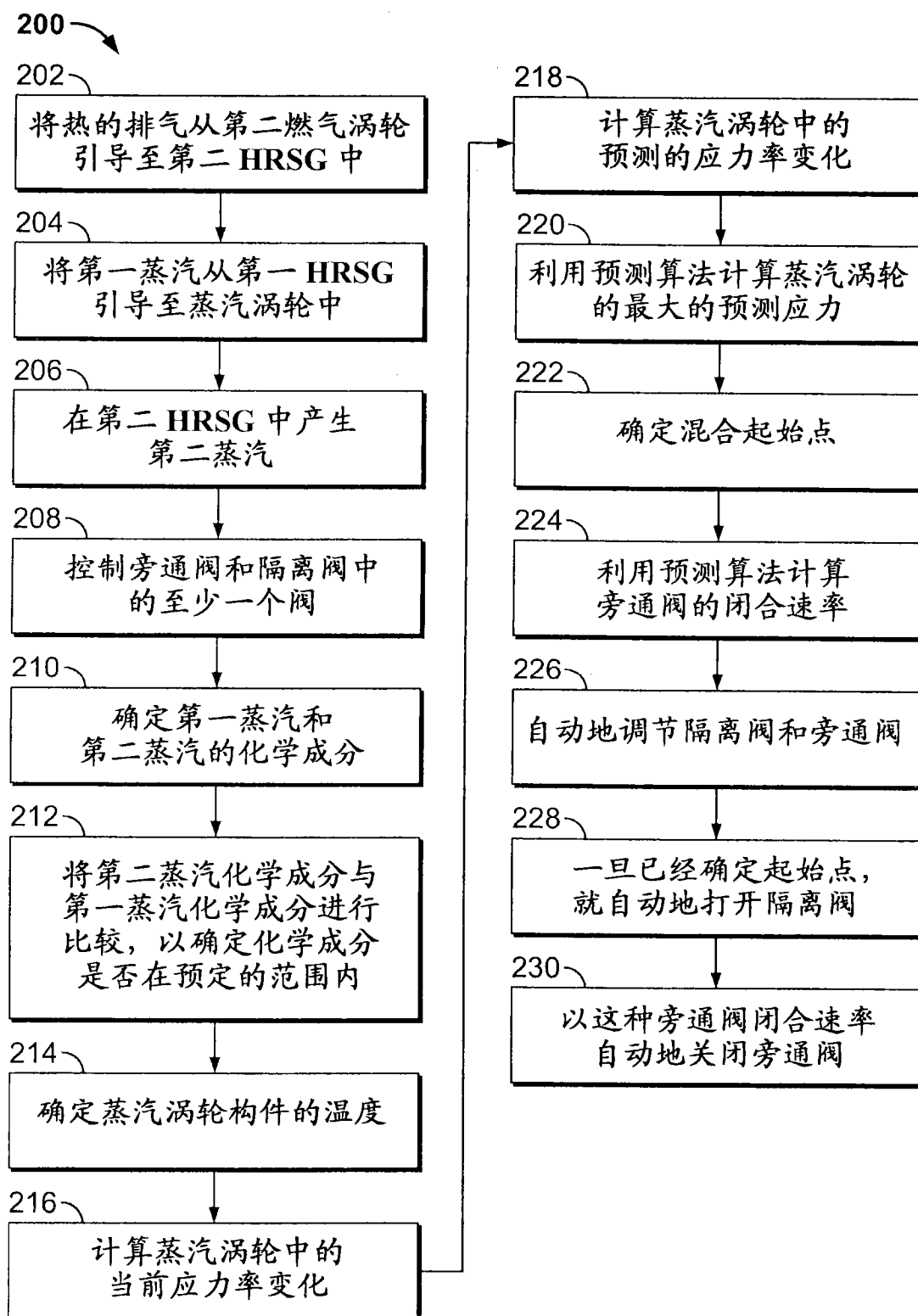


图 2