



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103452611 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201310401252. 0

(22) 申请日 2013. 09. 05

(73) 专利权人 上海电气电站设备有限公司

地址 200240 上海市闵行区江川路 333 号

(72) 发明人 张立建 叶冬挺 何宏 金益波

顾晓鸥 彭运洪 金光勋 余炎

陈倪 蒋浦宁 沈国平 阳虹

虎煜 何阿平

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所 31219

代理人 叶琦玲

(51) Int. Cl.

F01K 17/02(2006. 01)

审查员 张萌萌

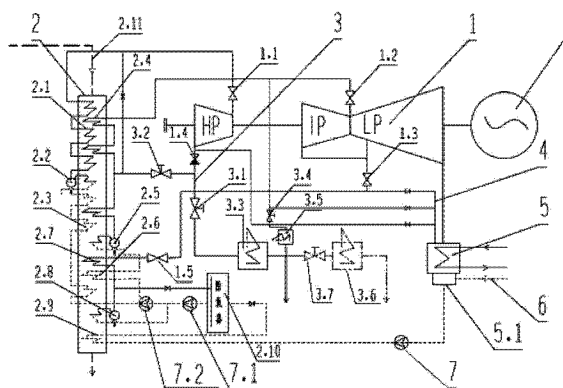
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

一种联合循环的热电联供系统

(57) 摘要

本发明提供一种联合循环的热电联供系统,包括汽轮机、余热锅炉、热网抽汽系统;汽轮机包括高、中、低压缸;余热锅炉包括高、中、低压汽包,三汽包分别产生三股蒸汽:高、中、低压蒸汽,分别注入汽轮机的高、中、低压缸内膨胀做功,带动发电机输出电能。本发明的高压缸的排汽管道上设有一高排逆止阀,为供热而设计的热网抽汽系统设于高排逆止阀的下游,热网抽汽系统包括两个并联的调节阀,其中第一调节阀连接实现汽轮机一级调整抽汽的第一级减温减压装置,第二调节阀通过一冷再热管道连接中压蒸汽发生器和中压过热器之间的管道。本发明与传统的联合循环热电联供系统相比,具有运行效率高,发电效率高,高品质能源浪费少的优点。



1. 一种联合循环的热电联供系统,其特征在于,包括一汽轮机(1)、一余热锅炉(2)、一热网抽汽系统(3);

所述汽轮机(1)包括一高压缸(HP)、一中压缸(IP)和一低压缸(LP);所述余热锅炉(2)包括高压过热器(2.1)、高压蒸汽发生器(2.2)、高压省煤器(2.3)、中压过热器(2.4)、中压蒸汽发生器(2.5)、中压省煤器(2.6)、低压过热器(2.7)、低压蒸汽发生器(2.8)、低压省煤器(2.9);

所述低压缸(LP)的排汽口连接有一凝汽器(5),所述凝汽器(5)的热井(5.1)里设有一补水系统(6),所述凝汽器(5)连接所述低压省煤器(2.9),在所述凝汽器(5)与所述低压省煤器(2.9)之间的管路上设有一凝结水泵(7);

所述低压省煤器(2.9)连接一除氧器(2.10)的进水口,所述除氧器(2.10)的出水口串联有低压给水泵(7.1)和高中压给水泵(7.2),所述低压给水泵(7.1)的出水口还连接所述低压蒸汽发生器(2.8),所述高中压给水泵(7.2)的出水口与所述中压省煤器(2.6)、所述高压省煤器(2.3)均连接;

所述低压蒸汽发生器(2.8)、所述低压过热器(2.7)以及所述低压缸(LP)的低压进汽管道依次连接;所述高压省煤器(2.3)、所述高压蒸汽发生器(2.2)、所述高压过热器(2.1)以及所述高压缸(HP)的高压进汽管道依次连接;所述中压省煤器(2.6)、所述中压蒸汽发生器(2.5)、所述中压过热器(2.4)以及所述中压缸(IP)的中压进汽管道依次连接;

所述低压蒸汽发生器(2.8)的出汽口还连接所述除氧器(2.10);

所述中压缸(IP)的排汽口与所述低压缸(LP)的进汽口连接;

所述高压缸(HP)的排汽管道上设有一高排逆止阀(1.4),所述热网抽汽系统(3)设于所述高排逆止阀(1.4)的下游,所述热网抽汽系统(3)包括并联的第一调节阀(3.1)和第二调节阀(3.2),所述第一调节阀(3.1)连接供实现汽轮机一级调整抽汽的第一级减温减压装置(3.3),所述第二调节阀(3.2)连接一冷再热管道,所述冷再热管道与所述中压蒸汽发生器(2.5)和所述中压过热器(2.4)之间的蒸汽管道连接。

2. 根据权利要求1所述的联合循环的热电联供系统,其特征在于:所述第一级减温减压装置(3.3)的下游串联有第二级减温减压装置(3.6)或更多级减温减压装置,每相邻两级的减温减压装置之间均设有一调节阀(3.7)。

3. 根据权利要求1或2所述的联合循环的热电联供系统,其特征在于:所述低压进汽管道上设有一低压进汽阀组(1.3),所述中压进汽管道上设有一中压进汽阀组(1.2),所述高压进汽管道设有一高压进汽阀组(1.1)。

4. 根据权利要求3所述的联合循环的热电联供系统,其特征在于:所述中压进汽管道上在所述中压进汽阀组(1.2)的上游设有一热网抽汽支路,所述热网抽汽支路由上游至下游依次设有一调节阀(3.4)和一减温减压装置(3.5)。

5. 根据权利要求3所述的联合循环的热电联供系统,其特征在于:所述高压进汽管道上在所述高压进汽阀组(1.1)的上游设有连接所述冷再热管道的一旁路管道;所述高压缸(HP)的排汽口和所述高排逆止阀(1.4)之间的排汽管道上也设有一旁路管道,所述中压进汽管道上在所述中压进汽阀组(1.2)的上游也设有一旁路管道,所述低压进汽管道上在所述低压进汽阀组(1.3)的上游也设有一旁路管道,所述高压缸的排汽管道上、所述中压进汽管道上以及所述低压进汽管道上的旁路管道均与所述凝汽器连接;四条所述旁路管道共

同组成一旁路系统 (4)。

6. 根据权利要求 5 所述的联合循环的热电联供系统,其特征在于:四条所述旁路管道上分别设有一阀门。

7. 根据权利要求 1 所述的联合循环的热电联供系统,其特征在于:所述汽轮机为高压缸单独分缸、中低压缸合缸的结构,或高中压缸合缸、低压缸单独分缸的结构。

8. 根据权利要求 1 所述的联合循环的热电联供系统,其特征在于:所述低压省煤器 (2.9) 与所述除氧器 (2.10) 之间的连接管道上设有一阀门。

9. 根据权利要求 1 所述的联合循环的热电联供系统,其特征在于:所述低压蒸汽发生器 (2.8) 的出汽口与所述除氧器 (2.10) 的连接管路上设有一阀门。

10. 根据权利要求 3 所述的联合循环的热电联供系统,其特征在于:所述低压进汽管道上在所述低压进汽阀组 (1.3) 的上游设有一调节阀组 (1.5)。

一种联合循环的热电联供系统

技术领域

[0001] 本发明涉及汽轮机的燃气-蒸汽联合循环、热电联供技术领域,特别是涉及一种联合循环的热电联供系统。

背景技术

[0002] 汽轮发电机组是一种把热能转换成机械能进而转换成电能的能量转换装置,是电站建设中的关键动力设备之一。由锅炉产生的高温、高压蒸汽,经过蒸汽透平,将热能与压力势能转换,成为汽轮机的机械能,带动汽轮机转子输出轴做功,该机械能通过汽轮机转子输出轴传递给发电机,从而将机械能转换成电能,因此,汽轮机作为源动机常被称为“光明之源”。

[0003] 燃气-蒸汽联合循环系统是指将燃气轮机作为前置透平,用余热锅炉来回收燃机的排气余热,产出若干档新蒸汽注入汽轮机,蒸汽在汽轮机中膨胀做功输出电能。

[0004] 燃气-蒸汽联合循环把具有较高平均吸热温度的燃气轮机与具有较低平均放热温度的蒸汽轮机结合起来,使燃气轮机的高温尾气进入余热锅炉产生蒸汽,并使蒸汽在汽轮机中继续作功发电,达到扬长避短、相互弥补的目的,使整个联合循环的热能利用水平较简单循环有了明显提高,联合循环发电的净效率已达 48%~60%。

[0005] 目前常用的燃气-蒸汽联合循环系统有 E 级联合循环电站广泛采用的双压、无再热系统和 F 级联合循环电站所采用的三压、再热系统。前者发电净效率在 50% 左右,后者发电净效率在 58% 左右。

[0006] 由于国家政策的导向作用,使得燃气-蒸汽联合循环、热电联产项目在近些年被广泛应用。所谓热(冷)电联产是指,在汽轮机的通流内部合适的位置处抽出一部分蒸汽用于工业用汽,初衷是实现能源的合理的梯度利用。热电联产的联合循环效率能够到达 70% 左右。

[0007] 但以目前市场的主流 F 级燃气-蒸汽联合循环、热电联供技术为例,现有技术还存在一些不足。假设某工程热电厂要上两套的一拖一型配置的 F 级燃气联合循环汽轮机组(一拖一型配置是指用一台余热锅炉回收一台燃机的排气余热能量,并将产生的新蒸汽注入一台蒸汽轮机);蒸汽需求为 1.8MPa, 285℃;蒸汽量为额定 130t/h,最大为 210t/h,极端最大 250t/h;而典型的 F 级三压、再热联合循环系统的参数设置如下:

[0008] 高压蒸汽参数为 13MPa, 560℃;

[0009] 再热(即中压)蒸汽参数为 3.0MPa, 550℃;

[0010] 低压蒸汽参数为 0.3MPa, 240℃;

[0011] 现有技术的联合循环、热电联供系统设计是在汽轮机中压缸通流 1.8MPa 左右处设置旋转隔板或座缸阀来实现调整抽汽,该处蒸汽的温度在 460℃ 左右,而用户的温度需求仅为 285℃,存在着 175℃ 的温差浪费,从而不可避免的出现了高品质能源浪费的现象,同时,调整机构的设置破坏了中压通流结构,导致整机效率下降。

发明内容

[0012] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明要解决的技术问题在于提供一种汽轮机机组运行效率高、高品质能源浪费少的联合循环的热电联供系统,以克服现有技术的上述缺陷。

[0013] 为了解决上述技术问题,本发明提供一种联合循环的热电联供系统,包括一汽轮机、一余热锅炉、一热网系统;所述汽轮机包括一高压缸、一中压缸和一低压缸;所述余热锅炉包括高压过热器、高压蒸汽发生器、高压省煤器、中压(即再热)过热器、中压(即再热)蒸汽发生器、中压(即再热)省煤器、低压过热器、低压蒸汽发生器、低压省煤器;

[0014] 所述低压缸的排汽口连接有一凝汽器,所述凝汽器的热井里设有一补水系统,所述凝汽器连接所述低压省煤器,在所述凝汽器与所述低压省煤器之间的管路上设有一凝结水泵;

[0015] 所述低压省煤器连接一除氧器的进水口,所述除氧器的出水口串联有两水泵,其中处于上游的低压给水泵的出水口还连接低压蒸汽发生器,处于下游的高中压给水泵的出水口与所述中压省煤器、所述高压省煤器均连接;

[0016] 所述低压蒸汽发生器、低压过热器以及所述低压缸的低压进汽管道依次连接;所述高压省煤器、高压蒸汽发生器、高压过热器以及所述高压缸的高压进汽管道依次连接;所述中压省煤器、中压蒸汽发生器、中压过热器以及所述中压缸的中压进汽管道依次连接;

[0017] 所述低压蒸汽发生器的出汽口还连接所述除氧器;

[0018] 所述中压缸的排汽口与所述低压缸的进汽口连接;

[0019] 所述高压缸的排汽管道上设有一高排逆止阀,所述热网抽汽系统设于所述高排逆止阀的下游,所述热网抽汽系统包括两并联的调节阀,其中所述第一调节阀连接供实现汽轮机一级调整抽汽的第一级减温减压装置,所述第二调节阀连接一冷再热管道,所述冷再热管道与所述中压蒸汽发生器和所述中压过热器之间的蒸汽管道连接。

[0020] 优选地,所述第一级减温减压装置的下游串联有第二级减温减压装置或更多级减温减压装置,每相邻两级的减温减压装置之间均连接有一调节阀。

[0021] 优选地,所述低压进汽管道上设有一低压进汽阀组,所述中压进汽管道上设有一中压进汽阀组,所述高压进汽管道设有一高压进汽阀组。

[0022] 优选地,所述中压进汽管道上在所述中压进汽阀组的上游设有一热网抽汽支路,所述热网抽汽支路由上游至下游依次设有一调节阀和一减温减压装置。

[0023] 优选地,所述高压进汽管道上在所述高压进汽阀组的上游设有连接所述冷再热管道的一旁路管道;所述高压缸的排汽口和所述高排逆止阀之间的排汽管道上也设有一旁路管道,所述中压进汽管道上在所述中压进汽阀组的上游也设有一旁路管道,所述低压进汽管道上在所述低压进汽阀组的上游也设有一旁路管道,所述高压缸的排汽管道上、所述中压进汽管道上以及所述低压进汽管道上的旁路管道均与所述凝汽器连接;四条所述旁路管道共同组成一旁路系统。

[0024] 优选地,四条所述旁路管道上分别设有一阀门。

[0025] 优选地,所述汽轮机为高压缸单独分缸、中低压缸合缸的结构,或高中压缸合缸、低压缸单独分缸的结构。

[0026] 优选地,所述低压省煤器与所述除氧器之间的连接管道上设有一阀门。

- [0027] 优选地,所述低压蒸汽发生器的出汽口与所述除氧器的连接管路上设有一阀门。
- [0028] 优选地,所述低压进汽管道上在所述低压进汽阀组的上游设有一调节阀组。
- [0029] 如上所述,本发明的联合循环的热电联供系统,具有以下有益效果:
- [0030] 在无供热需求时,所述热网抽汽系统的第一调节阀处于关闭状态,所述第二调节阀处于全开状态,汽轮机处于纯凝汽式工况下运行,则本发明具有与传统的凝汽式联合循环发电系统相同的运行模式和相同的发电效率,与传统的热电联供、联合循环系统在无供热工况下汽轮机内部通流中中压缸内的旋转隔板或座缸阀造成的节流损失依然存在相比,本发明的发电效率提高了 0.4%~0.5%。在有供热需求时,由热网抽汽系统的两个调节阀来实现热网所需的调整抽汽量,高压排汽的蒸汽温度要远小于现有技术汽轮机中压缸实现调整抽汽处蒸汽的温度,因此,本发明比现有技术的温差浪费小得多,从而使高品质能源浪费现象得到显著改善。此外,本发明的汽轮机通流内无需设置旋转隔板或内置式抽汽调节阀,汽轮机的通流内效率明显高于传统的方式下配备的抽汽式汽轮机的内效率。

附图说明

[0031] 图 1 显示为本发明的联合循环的热电联供系统的结构示意图。

[0032] 元件标号说明

- | | | |
|--------|---------------|---------------|
| [0033] | 1 汽轮机 | 1.1 高压进汽阀组 |
| [0034] | 1.2 中压进汽阀组 | 1.3 低压进汽阀组 |
| [0035] | 1.4 高排逆止阀 | 1.5 调节阀组 |
| [0036] | 2 余热锅炉 | 2.1 高压过热器 |
| [0037] | 2.2 高压蒸汽发生器 | 2.3 高压省煤器 |
| [0038] | 2.4 中压过热器 | 2.5 中压蒸汽发生器 |
| [0039] | 2.6 中压省煤器 | 2.7 低压过热器 |
| [0040] | 2.8 低压蒸汽发生器 | 2.9 低压省煤器 |
| [0041] | 2.10 除氧器 | 2.11 燃机排烟管路 |
| [0042] | 3 热网抽汽系统 | 3.1 第一调节阀 |
| [0043] | 3.2 第二调节阀 | 3.3 第一级减温减压装置 |
| [0044] | 3.4 调节阀 | 3.5 减温减压装置 |
| [0045] | 3.6 第二级减温减压装置 | 3.7 调节阀 |
| [0046] | 4 旁路系统 | 5 凝汽器 |
| [0047] | 5.1 热井 | 6 补水系统 |
| [0048] | 7 凝结水泵 | 7.1 低压给水泵 |
| [0049] | 7.2 高中压给水泵 | 8 发电机 |
| [0050] | HP 高压缸 | IP 中压缸 |
| [0051] | LP 低压缸 | |

具体实施方式

[0052] 以下由特定的具体实施例说明本发明的实施方式,熟悉此技术的人士可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点及功效。

[0053] 请参阅图 1。须知,本说明书所附图式所绘示的结构、比例、大小等,均仅用以配合说明书所揭示的内容,以供熟悉此技术的人士了解与阅读,并非用以限定本发明可实施的限定条件,故不具技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在不影响本发明所能产生的功效及所能达成的目的下,均应仍落在本发明所揭示的技术内容得能涵盖的范围内。同时,本说明书中所引用的如“上”、“下”、“左”、“右”、“中间”及“一”等的用语,亦仅为便于叙述的明了,而非用以限定本发明可实施的范围,其相对关系的改变或调整,在无实质变更技术内容下,当亦视为本发明可实施的范畴。

[0054] 如图 1 所示,本发明提供一种联合循环的热电联供系统,包括汽轮机 1、余热锅炉 2、热网抽汽系统 3。

[0055] 所述汽轮机 1 包括一高压缸 HP、一中压缸 IP 和一低压缸 LP;所述余热锅炉 2 包括高压过热器 2.1、高压蒸汽发生器 2.2、高压省煤器 2.3、中压(即再热)过热器 2.4、中压(即再热)蒸汽发生器 2.5、中压(即再热)省煤器 2.6、低压过热器 2.7、低压蒸汽发生器 2.8、低压省煤器 2.9。

[0056] 所述低压缸 LP 的排汽口连接有一凝汽器 5,所述凝汽器 5 的热井 5.1 里设有一补水系统 6,所述凝汽器 5 连接所述低压省煤器 2.9,在所述凝汽器 5 与所述低压省煤器 2.9 之间的管路上设有一凝结水泵 7。

[0057] 所述低压省煤器 2.9 连接一除氧器 2.10 的进水口,所述除氧器 2.10 的出水口串联有两个水泵,其中处于上游的低压给水泵 7.1 的出水口还连接低压蒸汽发生器 2.8,处于下游的高中压给水泵 7.2 的出水口与所述中压省煤器 2.6、所述高压省煤器 2.3 均连接。

[0058] 所述低压蒸汽发生器 2.8、低压过热器 2.7 以及所述低压缸 LP 的低压进汽管道依次连接;所述高压省煤器 2.3、高压蒸汽发生器 2.2、高压过热器 2.1 以及所述高压缸 HP 的高压进汽管道依次连接;所述中压省煤器 2.6、中压蒸汽发生器 2.5、中压过热器 2.4 以及所述中压缸 IP 的中压进汽管道(即热再热管道)依次连接。

[0059] 所述低压蒸汽发生器 2.8 的出汽口还连接所述除氧器 2.10;所述中压缸 IP 的排汽口与所述低压缸 LP 的进汽口连接。

[0060] 本发明的所述高压缸 HP 的排汽管道上设有一高排逆止阀 1.4,所述热网抽汽系统 3 设于所述高排逆止阀 1.4 的下游,所述热网抽汽系统 3 包括两个并联的调节阀,其中第一调节阀 3.1 连接供实现汽轮机一级调整抽汽的第一级减温减压装置 3.3,第二调节阀 3.2 连接一冷再热管道,所述冷再热管道与所述中压蒸汽发生器 2.5 和所述中压过热器 2.4 之间的蒸汽管道连接。

[0061] 根据实际供热的需要,所述第一级减温减压装置 3.3 的下游还可以串联第二级减温减压装置 3.6 或更多级减温减压装置,则每相邻两级的减温减压装置之间均连接有一调节阀 3.7。

[0062] 所述低压进汽管道上设有一低压进汽阀组 1.3,所述低压进气阀组 1.3 包括一主汽阀和一调节阀;所述中压进汽管道上设有一中压进汽阀组 1.2,所述中压进汽阀组 1.2 也包括一主汽阀和一调节阀;所述高压进汽管道设有一高压进汽阀组 1.1,所述高压进汽阀组 1.1 也包括一主汽阀和一调节阀。

[0063] 所述高压进汽管道上在所述高压进汽阀组 1.1 的上游设有连接所述冷再热管道的一旁路管道;所述高压缸 HP 的排汽口和所述高排逆止阀 1.4 之间的排汽管道上也设有

一旁路管道,所述中压进汽管道上在所述中压进汽阀组 1.2 的上游也设有一旁路管道,所述低压进汽管道上在所述低压进汽阀组 1.3 的上游也设有一旁路管道,所述高压缸 HP 的排汽管道上、所述中压进汽管道上以及所述低压进汽管道上的旁路管道均与所述凝汽器 5 连接;四条所述旁路管道共同组成一旁路系统 4。

[0064] 其中,所述低压省煤器 2.9 与所述除氧器 2.10 之间的连接管道上设有一阀门,四条所述旁路管道上也均设有一阀门,所述低压蒸汽发生器 2.8 的出汽口与所述除氧器 2.10 的连接管路上也设有一阀门。所述低压进汽管道上在所述低压进汽阀组 1.3 的上游还设有一调节阀组 1.5。

[0065] 本发明所述的汽轮机 1 可以为高压缸 HP 单独分缸、中压缸 IP 和低压缸 LP 合缸的结构,也可以为高压缸 HP 和中压缸 IP 合缸、低压缸 LP 单独分缸的结构。

[0066] 本发明的工作原理是:汽轮机 1 为三压、再热型联合循环汽轮机,包括一个高压缸 HP、一个中压缸 IP 和一个低压缸 LP,该汽轮机为分缸推力自平衡的汽轮机。余热锅炉 2 为三压、再热型,其具有三个汽包:高压汽包(即高压过热器 2.1、高压蒸汽发生器 2.2、高压省煤器 2.3 组成的系统)、中压汽包(即中压过热器 2.4、中压蒸汽发生器 2.5、中压省煤器 2.6 组成的系统)、低压汽包(即低压过热器 2.7、低压蒸汽发生器 2.8、低压省煤器 2.9 组成的系统)。燃机的排烟通过燃机排烟管路 2.11 进入余热锅炉 2,为余热锅炉 2 的高压过热器 2.1、高压蒸汽发生器 2.2、高压省煤器 2.3、中压(即再热)过热器 2.4、中压蒸汽发生器 2.5、中压省煤器 2.6、低压过热器 2.7、低压蒸汽发生器 2.8、低压省煤器 2.9 提供热量,使高压汽包、中压汽包和低压汽包分别产生三股蒸汽:高压蒸汽、中压蒸汽和低压蒸汽,分别通过高压进汽管道上的高压进汽阀组 1.1、中压进汽管道上的中压进汽阀组 1.2、低压进汽管道上的低压进汽阀组 1.3 注入高压缸 HP、中压缸 IP 和低压缸 LP。

[0067] 热网抽汽系统 3 设于高压缸 HP 的排汽管道上的高排逆止阀 1.4 的下游,通过第一调节阀 3.1 和第二调节阀 3.2 实现高排处的压力控制和高压排汽的流量分配,从而实现热网所需的调整抽汽量。在第一调节阀 3.1 的下游管道处设置第一级减温减压装置 3.3,通过第一级减温减压装置 3.3 使得蒸汽参数从高排蒸汽参数转变为电厂需求的抽汽参数。当然,根据实际工作需要,倘若第一级减温减压装置 3.3 在设计上无法满足电厂需求的抽汽参数,还可以在一级减温减压装置 3.3 的下游设置第二级减温减压装置甚至更多级减温减压装置,直到能够满足电厂需求的抽汽参数。

[0068] 补水系统 6 设置在凝汽器 5 的热井 5.1 里,在抽汽工况下对本发明的一种联合循环的热电联供系统补充相应的水。补充的水在热井 5.1 里进行初步的除氧后,进入凝汽器 5 的冷凝水系统,在凝结水泵 7 的作用下,送至余热锅炉 2 的低压省煤器 2.9 中换热,然后,进入除氧器 2.10 中,利用低压蒸汽发生器 2.8 中产生的低压饱和蒸汽对凝结水进行充分的热力除氧,然后,通过低压给水泵 7.1 和高中压给水泵 7.2 分别将给水送入余热锅炉 2 的低压蒸汽发生器 2.8、中压省煤器 2.6、高压省煤器 2.3,由低压蒸汽发生器 2.8、中压省煤器 2.6、高压省煤器 2.3 将水加热至接近饱和。然后,中压省煤器 2.6 内的水进入中压蒸汽发生器 2.5,高压省煤器 2.3 内的水进入高压蒸汽发生器 2.2,液态水均转化为蒸汽(如图 1 所示,虚线部分为液态水,实线部分为水蒸气);然后,由高压蒸汽发生器 2.2 和中压蒸汽发生器 2.5 产生的蒸汽分别进入高压过热器 2.1 和中压过热器 2.4,在高压过热器 2.1 和中压过热器 2.4 换热,产生过热蒸汽,再分别通过高压进汽管道上的高压进汽阀组 1.1、中压进汽管道

上的中压进汽阀组 1.2 进入相应的高压缸 HP 和中压缸 IP,使汽轮机 1 做功,带动发电机 8 输出电能,完成本发明的整个系统的热力循环。传统的供热方法是,在汽轮机 1 的中压缸 IP 内部设置旋转隔板或座缸阀来实现调整抽汽,则该处蒸汽的温度往往远高于用户的需求温度,从而不可避免的出现高品质能源浪费的现象。另外,在无供热工况下,汽轮机中压缸 IP 内的蒸汽还是要流经所述旋转隔板或座缸阀,从而存在节流损失;还有,因所述旋转隔板或座缸阀的设置,使汽轮机机组的跨距较大,受跨距的限制,传统的热电联供汽轮机机组的通流设计时只能选择采用相对高的根径和相对少的通流级数,从而使得机组通流内效率设计值偏低;因此,传统的热电联供汽轮机的发电效率相对较低。

[0069] 本发明的热网抽汽系统 3 设于所述高压缸 HP 的排汽系统,因高压排汽处蒸汽的温度比中压缸 IP 内部旋转隔板或座缸阀处蒸汽的温度低不少,高于用户的需求温度不多,因此,高品质能源浪费要少得多。另外,在无供热需求时,汽轮机组可处于纯凝汽式工况下运行,此时,将热网抽汽系统的第一调节阀 3.1 关闭,第二调节阀 3.2 全开,则本发明具有与传统的凝汽式联合循环发电系统相同的运行模式和相同的发电效率。避免了现有技术热电联供系统的中压缸中的旋转隔板或座缸阀造成的能量损失,因此,本发明的发电效率比现有技术热电联供系统的发电效率提高了 0.4% ~ 0.5%。

[0070] 本发明从纯凝汽式工况向额定供热工况转化过程,通过控制第一调节阀 3.1 和第二调节阀 3.2,实现热网抽汽系统 3 和冷再热管道的流量分配。此时,高排抽汽点(即高排逆止阀 4.1)处的压力下降,余热锅炉 2 的中压汽包的压力也随着下降,同时,使进入余热锅炉 2 的冷再热管道的冷再热蒸汽量减少,则再热蒸汽的参数将有升高的趋势,需由余热锅炉 2 进行喷水降温调节,使得蒸汽的品质满足汽轮机的要求。如图 1 所示,因联合循环的余热锅炉 2 的高压蒸汽发生器 2.2、高压过热器 2.1 与再热蒸汽发生器 2.5、再热过热器 2.4 的换热流程采用交错布置的形式,故再热蒸汽量的减少,会导致高压蒸汽流量的增加,使得汽轮机的高压缸 HP 将会增加一部分的出力。从而在额定的供热工况,应用本发明,与传统的系统设计相比,汽轮机的出力增加,约占联合循环总出力的 0.7% 左右,因此本发明的汽轮机运行效率高,经济效益可观。

[0071] 进入汽轮机的中压缸 IP 的蒸汽减少,低压缸 LP 的进汽压力也随之降低,则可以开启低压进汽管道上的低压进汽阀组 1.3,由低压蒸汽发生器 2.8 产生的蒸汽经低压过热器 2.7 换热,产生过热蒸汽,经低压进汽阀组 1.3 进入低压缸 LP,保证了低压缸 LP 最低安全运行压力的需求。本发明的汽轮机 1 因采用分缸推力自平衡设计,中压缸 IP 和低压缸 LP 进汽量的减少不会对汽轮机组的推力产生太大变化,能够满足系统安全运行要求,从而实现一级可调整抽汽要求。

[0072] 如果某工程热电厂要上两套的本发明的一种联合循环的热电联供系统,当其中一套出现故障或检修时,为了使供热仍能满足两套时的供热量,所述中压进汽管道(即热再热管道)上在所述主汽阀 1.2 的上游还可以设一热网抽汽支路通往热网,所述热网抽汽支路由上游至下游依次设有一调节阀 3.4 和一减温减压装置 3.5,所述热网抽汽支路作为其中一套出现故障或检修时的备用,平时调节阀 3.4 关闭,当另一套出现故障或检修时,首先通过第二调节阀 3.2 调节中压汽包的压力,使其达到不低于热网需求的压力,然后再打开的调节阀 3.4,通过减温减压装置 3.5 将热再热管道中的部分热再热蒸汽注入到热网。

[0073] 备用的热网抽汽支路投入使用的过程,是本发明的联合循环的热电联供系统从最

大抽汽工况(具体是指热网抽汽系统 3 的最大抽汽工况)转化为极端最大抽汽工况(热网抽汽系统 3 的最大抽汽工况 + 热网抽汽支路的抽汽工况)的过程。该极端最大抽汽工况为备用的短期最大供热工况,仅供另外一套系统检修或故障时使用。

[0074] 本发明尤其适用于具有工业抽汽需求的燃气-蒸汽联合循环热电(冷)联产的燃气电站工程。

[0075] 实施例一

[0076] 某燃气热电厂工程中,需两套 F 级一拖一型机组,供热要求为:1.8MPa, 285℃,单台机组的供热量额定为:130t/h, 最大为 210t/h。另一套故障时,该机组的最大供热要求为 250t/h。其中:

[0077] 高压蒸汽参数为 13MPa, 560℃;

[0078] 再热(即中压)蒸汽参数为 3.0MPa, 550℃;

[0079] 低压蒸汽参数为 0.3MPa, 240℃;

[0080] 高排蒸汽参数为 2.5MPa, 335℃。

[0081] 则如图 1 所示,采用两套本发明的联合循环的热电联供系统。

[0082] 汽轮机 1 为三压、再热型联合循环汽轮机,包括一个高压缸 HP、一个中压缸 IP 和一个低压缸 LP,该汽轮机为分缸推力自平衡的汽轮机,既可以是高压缸 HP 单独分缸、中压缸 IP 和低压缸 LP 合缸的结构,也可以使高压缸 HP 和中压缸 IP 合缸、低压缸 LP 单独分缸的结构。余热锅炉 2 为三压、再热型,其具有三个汽包:高压汽包(即高压过热器 2.1、高压蒸汽发生器 2.2、高压省煤器 2.3 组成的系统)、中压汽包(即中压过热器 2.4、中压蒸汽发生器 2.5、中压省煤器 2.6 组成的系统)、低压汽包(即低压过热器 2.7、低压蒸汽发生器 2.8、低压省煤器 2.9 组成的系统),产生三股蒸汽:高压蒸汽、中压蒸汽和低压蒸汽,分别通过高压进汽管道上的高压进汽阀组 1.1、中压进汽管道上的中压进汽阀组 1.2、低压进汽管道上的低压进汽阀组 1.3 注入高压缸 HP、中压缸 IP 和低压缸 LP。

[0083] 热网抽汽系统 3 设于高压缸 HP 的排汽管道上的高排逆止阀 1.4 的下游,通过第一调节阀 3.1 和第二调节阀 3.2 实现高排处的压力控制和高压排汽的流量分配,从而实现热网所需的调整抽汽量。在第一调节阀 3.1 的下游管道处设置第一级减温减压装置 3.3,通过第一级减温减压装置 3.3 使得蒸汽参数从高排蒸汽参数(2.5MPa, 335℃)转变为电厂需求的抽汽参数:1.8MPa, 285℃。所述中压进汽管道上在所述主汽阀 1.2 的上游设有通往热网的一热网抽汽支路,所述热网抽汽支路由上游至下游依次设有一调节阀 3.4 和一减温减压装置 3.5,该热网抽汽支路作为备用,当另外一套联合循环、热电联供系统出现故障或检修时,能够提供 40t/h 的热再热蒸汽补入热网,实现 250t/h 的极端供热工况要求。

[0084] 本发明的高排蒸汽与供热要求的温度之差为 $335^{\circ}\text{C} - 285^{\circ}\text{C} = 50^{\circ}\text{C}$,参见背景技术部分,传统的在汽轮机 1 的中压缸 IP 内部设置旋转隔板或座缸阀来实现调整抽汽存在着 175°C 的温差浪费,从而本发明比现有技术的温差浪费小得多,使高品质能源浪费现象得到显著改善。另外,在无供热需求时,汽轮机组可处于纯凝汽式工况下运行,此时,将热网抽汽系统的第一调节阀 3.1 和第二调节阀 3.2 关闭,则本发明具有与传统的凝汽式联合循环发电系统相同的运行模式和相同的发电效率。避免了现有技术热电联供系统的中压缸中的旋转隔板或座缸阀造成的能量损失,因此,本发明的发电效率比现有技术热电联供系统的发电效率提高了 0.4% ~ 0.5%。

[0085] 本实施例中,在额定工况下,补水系统 6 需要对本发明的联合循环的热电联供系统补充 130t/h 的水。补充的水在热井 5.1 里进行初步的除氧后,进入凝汽器 5 的冷凝水系统,通过给凝结水泵 7 加压,送至余热锅炉 2 的低压省煤器 2.9 中换热,然后,进入除氧器 2.10 中,利用低压蒸汽发生器 2.8 中产生的低压饱和蒸汽对凝结水进行充分的热力除氧,然后,再通过低压给水泵 7.1 和高中压给水泵 7.2 将给水送入余热锅炉 2 中的中压省煤器 2.6 和高压省煤器 2.3,由中压省煤器 2.6 和高压省煤器 2.3 将水加热至接近饱和水,再分别进入余热锅炉 2 的高压蒸汽发生器 2.2、中压蒸汽发生器 2.5 中,液态水均转化为蒸汽;然后,由高压蒸汽发生器 2.2 和中压蒸汽发生器 2.5 产生的蒸汽分别进入高压过热器 2.1 和中压过热器 2.4,在高压过热器 2.1 和中压过热器 2.4 换热,产生过热蒸汽,再分别通过高压进汽管道上的高压进汽阀组 1.1、中压进汽管道上的中压进汽阀组 1.2 进入相应的高压缸 HP 和中压缸 IP,使汽轮机 1 做功,带动发电机 8 输出电能。完成了整个系统的热力循环。

[0086] 综上所述,本发明的联合循环的热电联供系统在无供热需求时,所述热网抽汽系统的第一调节阀处于关闭状态,第二调节阀处于全开状态,汽轮机处于纯凝汽式工况下运行,则本发明具有与传统的凝汽式联合循环发电系统相同的运行模式和相同的发电效率,与传统的热电联供、联合循环系统在无供热工况下汽轮机内部通流中中压缸内的旋转隔板或座缸阀造成的节流损失依然存在相比,本发明的发电效率提高了 0.4%~0.5%。在有供热需求时,由热网抽汽系统的两个调节阀来实现热网所需的调整抽汽量,高压排汽的蒸汽温度要远小于现有技术汽轮机中压缸实现调整抽汽处蒸汽的温度,因此,本发明比现有技术的温差浪费小得多,从而使现有技术的高品质能源浪费现象得到显著改善。所以,本发明有效克服了现有技术中的种种缺点而具高度产业利用价值。

[0087] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效,而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本发明的权利要求所涵盖。

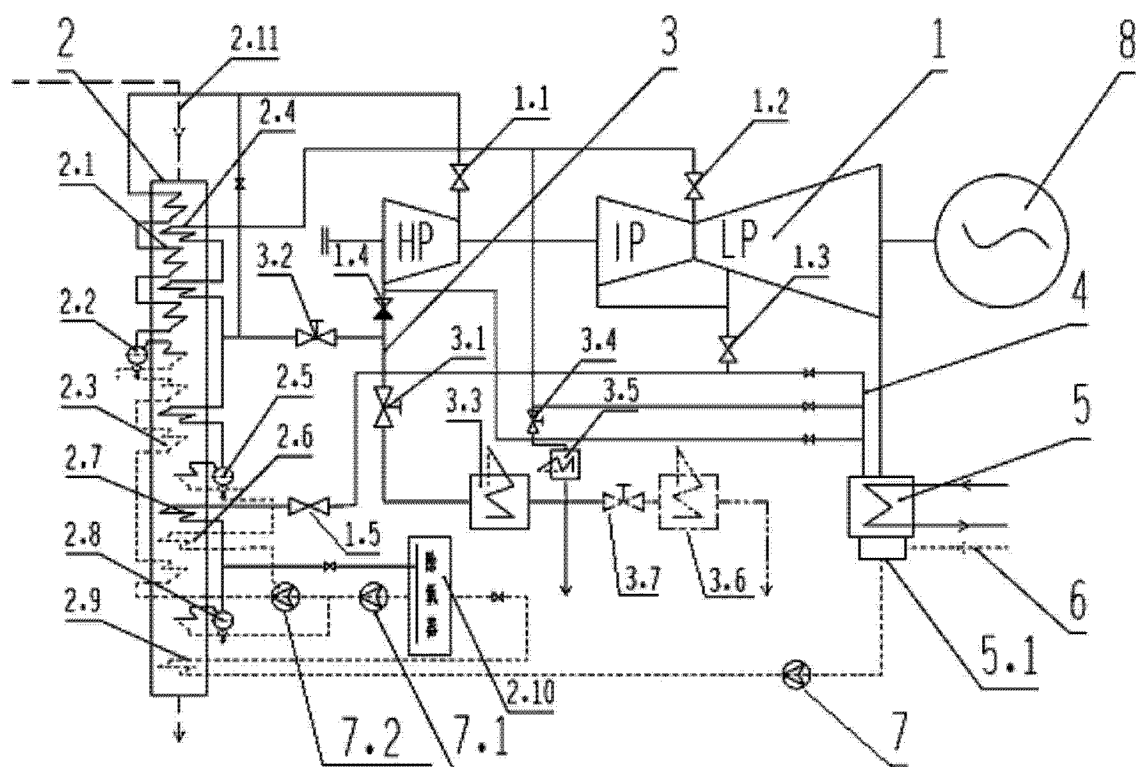


图 1