



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117404148 A

(43) 申请公布日 2024. 01. 16

(21) 申请号 202310597701.7

F01K 17/02 (2006.01)

(22) 申请日 2023.05.25

F22B 33/18 (2006.01)

F24D 1/00 (2022.01)

(71) 申请人 中电投东北能源科技有限公司

地址 110179 辽宁省沈阳市浑南新区世纪路49号

申请人 哈尔滨工业大学

(72) 发明人 曾光 傅腾 邹天舒 张敏

郑立军

(74) 专利代理机构 北京金诚同达律师事务所

11651

专利代理师 汤雄军

(51) Int. Cl.

F01K 13/02 (2006.01)

F01K 11/02 (2006.01)

F01D 15/10 (2006.01)

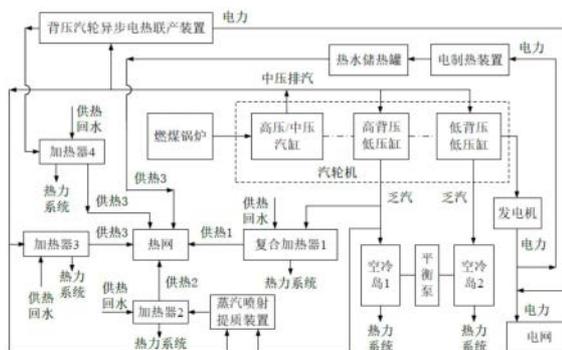
权利要求书3页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

电网调峰系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种电网调峰系统及控制方法,该系统包括:机组,包括锅炉、汽轮机高压/中压汽缸、发电机;加热器;其中,所述电网调峰系统包括如下两级电网调峰路径:第一电网调峰路径:与汽轮机高压/中压汽缸相通的第三蒸汽支路与电热联产装置相通,电热联产装置适于发电,来自第三蒸汽支路的蒸汽在电热联产装置做功从而发电后形成的工质适于在加热器中与供热循环回水换热,供热循环回水适于在第四加热器中加热后通入到热网中;第二电网调峰路径:包括电热储能装置,来自发电机的电力的一部分适于在电热储能装置中转化为热量存储,存储的热量适于经由水进入到热网中。



1. 一种电网调峰系统,包括:

机组,包括锅炉、汽轮机高压/中压汽缸、发电机;

加热器;

其中,所述电网调峰系统包括如下两级电网调峰路径:

第一电网调峰路径:与汽轮机高压/中压汽缸相通的第三蒸汽支路与电热联产装置相通,电热联产装置适于发电,来自第三蒸汽支路的蒸汽在电热联产装置做功从而发电后形成的工质适于在第四加热器中与供热循环回水换热,供热循环回水适于在第四加热器中加热后通入到热网中;

第二电网调峰路径:包括电热储能装置,来自发电机的电力的一部分适于在电热储能装置中转化为热量存储,存储的热量适于经由水进入到热网中。

2. 根据权利要求1所述的电网调峰系统,其中:

来自发电机的电力的一部分适于在电热储能装置中加热供热循环回水。

3. 根据权利要求1所述的电网调峰系统,其中:

所述电热联产装置为背压电热联产装置,背压电热联产装置发出的电力适于并入厂用电系统。

4. 根据权利要求1所述的电网调峰系统,其中:

所述电热储能装置包括电制热装置以及水存储装置,来自发电机的电力的一部分适于在电制热装置中加热水,被加热的水适于在水存储装置中存储,且来自水存储装置的水适于通入到热网中。

5. 根据权利要求1所述的电网调峰系统,其中:

所述电热储能装置设计成消耗电力至少为锅炉在无助燃稳定运行最低负荷下发电机所发出的电力;或者

所述电热储能装置设计成消耗电力为锅炉在至少20%额定负荷下发电机所发出的电力。

6. 根据权利要求1所述的电网调峰系统,其中:

第一电网调峰路径设置成使得供热循环回水被加热到70-95°C的范围;和/或

第二电网调峰路径设置成使得进入到热网的水的温度在70-95°C的范围。

7. 根据权利要求1-6中任一项所述的电网调峰系统,其中:

所述加热器为第四加热器;

所述机组还包括汽轮机低压缸;以及

所述电网调峰系统包括如下路径中的至少一级热网调峰路径:

第一热网调峰路径:与低压缸相通的第一乏汽支路与第一加热器相通,供热循环回水适于在第一加热器内被加热后返回热网;

第二热网调峰路径:与低压缸相通的第二乏汽支路与蒸汽喷射装置相通,与汽轮机高压/中压汽缸相通的第一蒸汽支路与蒸汽喷射装置相通以适于携带来自第二乏汽支路的乏汽进入第二加热器,供热循环回水适于在第二加热器内被加热后返回热网;

第三热网调峰路径:与汽轮机高压/中压汽缸相通的第二蒸汽支路与第三加热器相通,供热循环回水适于在第三加热器内被加热后返回热网。

8. 根据权利要求7所述的电网调峰系统,其中:

所述第一加热器为利用乏汽-供热循环回水换热以及凝结水-供热循环回水换热的复合加热器。

9. 根据权利要求8所述的电网调峰系统,其中:

所述第一加热器还设置有冷却风入口和冷却风出口,以在供热循环回水不通入第一加热器的情况下利用气体冷却乏汽。

10. 根据权利要求7所述的电网调峰系统,其中:

汽轮机低压缸包括高背压低压缸;

在第一热网调峰路径中,第一乏汽支路与高背压低压缸相通;

在第二热网调峰路径中,第二乏汽支路与高背压低压缸相通。

11. 根据权利要求10所述的电网调峰系统,其中:

高背压低压缸的乏汽还适于与第一空冷岛或者第一冷凝器相通。

12. 根据权利要求10所述的电网调峰系统,其中:

汽轮机低压缸还包括低背压低压缸,低背压低压缸的乏汽适于与第二空冷岛或者第二冷凝器相通。

13. 一种根据权利要求1-6中任一项所述的电网调峰系统的控制方法,包括如下步骤中的至少一个步骤:

电热联产步骤:从汽轮机高压/中压汽缸引出蒸汽利用电热联产装置发电以及利用蒸汽发电后形成的工质加热供热循环回水,将加热后的供热循环回水通入到热网中;和

电热储能步骤:将来自发电机的电力的一部分在电热储能装置中转为为热量存储,存储的热量适于经由水进入到热网中。

14. 根据权利要求13所述的方法,还包括步骤:

使得所述电热储能装置消耗的电力至少为锅炉在无助燃稳定运行最低负荷下发电机所发出的电力;或者

使得所述电热储能装置消耗的电力为锅炉在至少20%额定负荷下发电机所发出的电力。

15. 根据权利要求13所述的方法,所述电网调峰系统为根据权利要求7-12中任一项所述的电网调峰系统,其中:

所述方法包括如下步骤中的至少一种:基于第一热网调峰路径利用乏汽供暖;基于第二热网调峰路径利用乏汽和蒸汽供暖;以及基于第三热网调峰路径利用蒸汽供暖。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中:

汽轮机低压缸包括高背压低压缸和低背压低压缸;

在第一热网调峰路径中,第一乏汽支路与高背压低压缸相通;

在第二热网调峰路径中,第二乏汽支路与高背压低压缸相通;

所述方法包括步骤:

采暖季节时高背压低压缸和低背压低压缸双背压运行,高背压低压缸排汽压力范围为25~35kPa,低背压低压缸排汽压力范围为13~18kPa。

17. 根据权利要求16所述的方法,同时包括如下步骤:

基于第一热网调峰路径利用乏汽供暖;

基于第二热网调峰路径利用乏汽和蒸汽供暖;

基于第三热网调峰路径利用蒸汽供暖。

18. 根据权利要求15所述的方法, 其中:

汽轮机低压缸包括高背压低压缸和低背压低压缸;

在第一热网调峰路径中, 第一乏汽支路与高背压低压缸相通;

在第二热网调峰路径中, 第二乏汽支路与高背压低压缸相通;

所述方法包括步骤:

非采暖情况下, 仅低背压低压缸运行, 低背压低压缸排汽压力范围为13~18kPa, 且低背压低压缸的乏汽与第二空冷岛或者第二冷凝器相通。

19. 根据权利要求15所述的方法, 其中:

汽轮机低压缸包括高背压低压缸和低背压低压缸;

在第一热网调峰路径中, 第一乏汽支路与高背压低压缸相通;

在第二热网调峰路径中, 第二乏汽支路与高背压低压缸相通;

所述方法包括步骤:

非采暖情况下, 高背压低压缸运行, 且高背压低压缸的乏汽与第一加热器相通, 所述第一加热器还设置有冷却风入口和冷却风出口, 以供热循环回水不通入第一加热器的情况下利用气体冷却乏汽。

20. 根据权利要求15所述的方法, 其中:

供热循环回水基于第一热网调峰路径在第一加热器中利用乏汽加热后, 温度在50-69℃的范围;

供热循环回水基于第二热网调峰路径在第二加热器中利用乏汽和蒸汽加热后, 温度在70-85℃的范围;

供热循环回水基于第三热网调峰路径在第三加热器中利用蒸汽加热后, 温度在85-95℃的范围。

21. 一种电网调峰系统, 包括:

机组, 包括锅炉、汽轮机、发电机;

热网调峰路径, 适于基于来自汽轮机的汽体为待进入到热网的流体提供热量;

电网调峰路径, 适于将来自发电机的一部分电力转化或者转化存储为加热进入到热网的流体的热量, 和/或适于基于来自汽轮机的高/中压汽缸的蒸汽发电以及适于利用所述蒸汽做功发电后的工质为待进入到热网的流体提供热量。

电网调峰系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本公开的实施例涉及发电供热领域,尤其涉及一种电网调峰系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 风电和光伏等新能源为我们提供了大量清洁电力,其发电出力的随机性和不稳定性也给电力系统的安全运行和电力供应保障带来了巨大挑战。当前电力系统安全运行风险显著加大,灵活调节能力不足,储能等新业态的蓬勃发展难以完全满足新能源大规模发展和消纳的要求,部分地区出现了较为严重的弃风、弃光和弃水问题。

[0003] 随着城市规模不断扩大,供热需求日益增长。现有热电解耦技术效率偏低、应用单一,甚至存在直接将高品位电能用于加热给水供热的现象,其能效比普通热水锅炉低60%左右。

[0004] 煤电由于技术成熟、机组发电较为灵活的特点,能够全面提高系统调峰和新能源消纳能力,是促进新能源消纳有效可行的重要手段。

[0005] 因此,为减少碳排放,需要进一步挖掘燃煤机组的调峰潜力,提高电力系统调峰容量。

[0006] 亟需开展燃煤发电机组电力、热力的高效灵活的双调峰能力,提高能量利用效率,有效利用可再生能源电力。

[0007] 现有技术至少存在如下问题:

[0008] 1.当前热电解耦技术效率偏低、应用单一、成本高、能效低。

[0009] 2.高背压煤电机组存在“以热定电”运行模式,造成供热季无法发电调峰的难题。

[0010] 3.煤电机组热电不匹配,保证供热的时候,发电煤耗增加。

[0011] 4.亟待突破煤电机组灵活、高效、经济的电热双调峰技术。

发明内容

[0012] 为解决或者缓解现有技术中的问题的至少一个方面,提出本发明。

[0013] 本发明的实施例涉及一种电网调峰系统,包括:

[0014] 机组,包括锅炉、汽轮机高压/中压汽缸、发电机;

[0015] 加热器;

[0016] 其中,所述电网调峰系统包括如下两级电网调峰路径:

[0017] 第一电网调峰路径:与汽轮机高压/中压汽缸相通的第三蒸汽支路与电热联产装置相通,电热联产装置适于发电,来自第三蒸汽支路的蒸汽在电热联产装置做功从而发电后形成的工质适于在加热器中与供热循环回水换热,供热循环回水适于在第四加热器中加热后通入到热网中;

[0018] 第二电网调峰路径:包括电热储能装置,来自发电机的电力的一部分适于在电热储能装置中转化为热量存储,存储的热量适于经由水进入到热网中。

[0019] 可选的,本发明可以实现电网与热网协同调峰系统,即上述的电网调峰系统中,所

述加热器为第四加热器,所述机组还包括汽轮机低压缸,且所述电网调峰系统包括如下路径中的至少一级热网调峰路径:第一热网调峰路径:与低压缸相通的第一乏汽支路与第一加热器相通,供热循环回水适于在第一加热器内被加热后返回热网;第二热网调峰路径:与低压缸相通的第二乏汽支路与蒸汽喷射装置相通,与汽轮机高压/中压汽缸相通的第一蒸汽支路与蒸汽喷射装置相通以适于携带来自第二乏汽支路的乏汽进入第二加热器,供热循环回水适于在第二加热器内被加热后返回热网;第三热网调峰路径:与汽轮机高压/中压汽缸相通的第二蒸汽支路与第三加热器相通,供热循环回水适于在第三加热器内被加热后返回热网。

[0020] 本发明的实施例还涉及一种上述电网调峰控制系统的控制方法,包括如下步骤中的至少一个步骤:

[0021] 电热联产步骤:从汽轮机高压/中压汽缸引出蒸汽利用电热联产装置发电以及利用蒸汽发电后形成的工质加热供热循环回水,将加热后的供热循环回水通入到热网中;和

[0022] 电热储能步骤:将来自发电机的电力的一部分在电热储能装置中转为为热量存储,存储的热量适于经由水进入到热网中。

[0023] 相应的,本发明也提出了电网和热网协同调峰的方法,具体的,在上述方法中,还包括如下步骤中的至少一种:基于第一热网调峰路径利用乏汽供暖;基于第二热网调峰路径利用乏汽和蒸汽供暖;以及基于第三热网调峰路径利用蒸汽供暖。

[0024] 本发明还提出了一种电网与热网协同调峰的电网调峰系统,包括:

[0025] 机组,包括锅炉、汽轮机、发电机;

[0026] 热网调峰路径,适于基于来自汽轮机的汽体为待进入到热网的流体提供热量;

[0027] 电网调峰路径,适于将来自发电机的一部分电力转化或者转化存储为加热进入到热网的流体的热量,和/或适于基于来自汽轮机的高/中压汽缸的蒸汽发电以及适于利用所述蒸汽做功发电后的工质为待进入到热网的流体提供热量。

附图说明

[0028] 图1为根据本发明的一个示例性实施例的电网与热网调峰系统的示意图。

具体实施方式

[0029] 下述参照附图对本发明实施方式的说明旨在对本发明的总体发明构思进行解释,而不应当理解为对本发明的一种限制。

[0030] 图1的实施例示出了一种煤电机组电热双调峰系统,包括燃煤锅炉、汽轮机高压/中压汽缸、汽轮机高背压低压缸、汽轮机低背压低压缸、冷端设备、复合加热器1、热力系统、蒸汽喷射提质装置、加热器2、加热器3;供热水3、背压电热联产装置、加热器4、电热储能装置、热水储热罐、发电机、电网、热网及连接组件。

[0031] 在本发明的一个实施例中,冷端设备为空冷岛(在图中以空冷岛示出)或凝汽器。可选的,电热储能装置为电磁加热锅炉、半导体电锅炉、电阻加热锅炉、电极锅炉或固体蓄热式电锅炉。

[0032] 图1所示的实施例中,示出了三级热网调峰路径:

[0033] 一级热网调峰路径:包括机组的高背压低压缸、复合加热器1(即第一加热器)、热

力系统、热网以及关联管路。在一级热网调峰路径中,在加热器1中利用乏汽-供热循环回水换热以及凝结水-供热循环回水换热的复合加热供热循环回水从而通过回收汽轮机乏汽余热进行供热,换热后乏汽形成的凝结水降至60℃以下后进入热力系统。具体的,参见图1,与高背压低压缸相通的第一乏汽支路与复合加热器1相通,供热循环回水适于在复合加热器1内被加热后返回热网。供热循环回水基于第一热网调峰路径在复合加热器1中利用乏汽加热后,温度可在50-69℃的范围。

[0034] 二级热网调峰路径:包括机组的高压/中压汽缸、蒸汽喷射提质装置(即蒸汽喷射装置)、加热器2(即第二加热器)、热力系统、热网以及关联管路。在二级热网调峰路径中,利用高压/中压汽缸的排汽例如中压蒸汽,在蒸汽喷射提质装置中喷射汽轮机的乏汽到加热器2中,以利用排汽和乏汽的余热进行供热,换热后工质(可为蒸汽或凝结水)进入热力系统。具体的,参见图1,与高背压低压缸相通的第二乏汽支路与蒸汽喷射提质装置相通,与汽轮机高压/中压汽缸相通的第一蒸汽支路与蒸汽喷射提质装置相通以适于携带来自第二乏汽支路的乏汽进入加热器2,供热循环回水适于在加热器2内被加热后返回热网。供热循环回水基于第二热网调峰路径在加热器2中利用乏汽和蒸汽加热后,温度可在70-85℃的范围。

[0035] 三级热网调峰路径:包括机组的高压/中压汽缸、加热器3(即第三加热器)、热力系统、热网以及关联管路。在三级热网调峰路径中,利用机组高/中压缸排放蒸汽进一步加热循环回水,大幅提升采暖能力,保障供热安全,换热后工质(可为蒸汽或凝结水)进入热力系统。具体的,参见图1,与汽轮机高压/中压汽缸相通的第二蒸汽支路与加热器3(即第三加热器)相通,供热循环回水适于在加热器3内被加热后返回热网。供热循环回水基于第三热网调峰路径在加热器3中利用蒸汽加热后,温度可在85-95℃的范围。

[0036] 基于上述的热网调峰路径,可以基于供暖需求(假设以温度来衡量)而选择不同的热网调峰路径。在需要的温度较低的情况下,可以仅仅使用一级热网调峰路径;需要的温度再高些,同时使用一级与二级热网调峰路径;需要的温度更高些,可以同时使用一级、二级与三级热网调峰路径。如能够理解的,也可以仅三级与二级热网调峰路径同时使用、仅二级或者三级热网调峰路径使用,这些都在本发明的保护范围之内。

[0037] 如前所述,在复合加热器1中,利用乏汽-供热循环回水换热以及凝结水-供热循环回水换热的复合加热供热循环回水从而通过回收汽轮机乏汽余热进行供热,但是本发明不限于此。加热器1也可以不是复合加热器,只要适于将乏汽的热量交换到供热循环回水即可。

[0038] 此外,加热器1也可以为尖峰冷却器的形式。煤电空冷机组普遍存在夏季高温时段背压高的情况,导致机组发电煤耗增加,运行经济性差。因此,夏季高温季节时,可将复合加热器1可改为尖峰冷却器的运行模式,通过新增机械通风冷却装置降低机组运行背压,提高发电效率,降低机组夏季顶尖峰调峰运行时的发电煤耗,即复合加热器1还设置有冷却风入口和冷却风出口,以在供热循环回水不通入复合加热器1的情况下利用气体冷却乏汽。如此,非采暖情况下,高背压低压缸运行,且高背压低压缸的乏汽与加热器1相通,加热器1还设置有冷却风入口和冷却风出口,以在供热循环回水不通入加热器1的情况下利用气体冷却乏汽。

[0039] 在图1所示的实施例中,汽轮机背压低压缸包括了高背压低压缸以及低背压低压

缸,但是本发明不限于此。虽然没有示出,也可以仅设置高背压低压缸而不设置低背压低压缸。在设置了高背压低压缸的情况下,如前所述,在第一热网调峰路径中第一乏汽支路与高背压低压缸相通,在第二热网调峰路径中第二乏汽支路与高背压低压缸相通。此外,在本发明中,对于乏汽从低压缸引出,也可以不是背压低压缸,而是其他类型的汽轮机低压缸,这也在本发明的保护范围之内。

[0040] 如图1所示,高背压低压缸的乏汽还适于与空冷岛1(即第一空冷岛)相通。

[0041] 如图1所示,低背压低压缸的乏汽还适于与空冷岛2(即第二空冷岛)相通。虽然没有示出,低背压低压缸的乏汽或者适于与冷凝器相通。在设置了空冷岛1和空冷岛2的情况下,两者之间还可以如图1所示设置例如平衡泵的平衡装置,以解决低压缸运行背压不同时产生的冷端装置水位不平衡的问题。

[0042] 在本发明中,在如图1所示的实施例中,采暖季节时,机组低压缸为高/低双背压运行,以提高供热能力,高背压低压缸排汽压力范围为25~35kPa,低背压低压缸排汽压力范围为13~18kPa;非采暖季节时,机组切换为空冷纯凝工况低背压(13~18kPa)运行,例如仅低背压低压缸运行,低背压低压缸排汽压力范围为13~18kPa,且低背压低压缸的乏汽与空冷岛2或者另外的冷凝器相通。

[0043] 基于以上,本发明提出了一种基于单台汽轮机的乏汽、蒸汽联合的梯级利用热网调峰系统,以满足不同寒冷条件下供热负荷需求。基于一级、二级和三级热网调峰路径,可实现乏汽、蒸汽联合梯级利用的热网调峰系统,灵活性满足煤电机组不同寒冷条件下供热负荷需求。

[0044] 在图1所示的实施例中,也示出了两级电网调峰路径。

[0045] 一级电网调峰路径:路径中包括机组的高压/中压汽缸、电热联产装置、加热器4(即第四加热器)。具体的,与汽轮机高压/中压汽缸相通的第三蒸汽支路与电热联产装置相通,电热联产装置适于发电,来自第三蒸汽支路的蒸汽在电热联产装置做功从而发电后形成的工质适于在加热器4中与供热循环回水换热,供热循环回水适于在加热器4中加热后通入到热网中。相应的,电网调峰可以包括电热联产步骤:从汽轮机高压/中压汽缸引出蒸汽利用电热联产装置发电以及利用蒸汽发电后形成的工质加热供热循环回水,将加热后的供热循环回水通入到热网中。在本发明中,利用机组中压缸排汽拖动背压电热联产装置,所发电力可直接并入厂用电系统,背压电热联产装置排汽进入加热器4,换热后工质(可为蒸汽或凝结水)进入热力系统,通过中压蒸汽梯级利用增强煤电机组深度调峰的安全性和灵活性,降低厂用电率,减少直接供热的能量损失。

[0046] 二级电网调峰路径:路径中包括机组的发电机、电热储能装置(在图中为电制热装置以及热水储热罐)。具体的,在本发明中,来自发电机的电力的一部分适于在电热储能装置中转化为热量存储,存储的热量适于经由水进入到热网中。相应的,电网调峰可以包括电热储能步骤:将来自发电机的电力的一部分在电热储能装置中转为为热量存储,存储的热量适于经由水进入到热网中。在本发明的实施例中,所述电热储能装置设计成消耗电力至少为锅炉在无助燃稳定运行最低负荷下发电机所发出的电力;或者所述电热储能装置设计成消耗电力为锅炉在至少20%额定负荷下发电机所发出的电力。更具体的,在本发明中,在电网电力需求低谷时,通过20%容量配置的电热储能装置将电力转换为热能,通过热水(75~98℃)的形式进行存储,在燃煤锅炉实现20%额定负荷无助燃稳定运行的基础上,实现煤

电机组0~100%全负荷调峰能力。放热过程通过调节供热水4(70~95℃)流量,满足实际供热需求。

[0047] 本发明也提出了一种电热双调峰调控方法:采暖季节根据热网、电网调峰需求及最优的能源综合利用效率,选择一级、二级、三级热网调峰路径与一级、二级电网调峰路径的灵活组合。例如:供热负荷需求较低时采用一级与二级热网调峰路径的组合,供热负荷需求较大或其余路径存在故障时采用三级热网调峰路径;在电网电力需求波动不大时采用一级与二级电网调峰路径的组合,在电网电力需求低谷时采用二级电网调峰路径实现零发电负荷深度调峰。电网调峰系统长时间运行时,根据实际供热负荷需求,确定需投运的热网调峰路径。

[0048] 此外,机组低压缸高/低双背压运行时,通过平衡装置(例如平衡泵)解决低压缸运行背压不同时产生的冷端装置水位不平衡的问题。

[0049] 基于以上,本发明提出了如下创新方案:

[0050] 1.提出了热网调峰系统与储热系统、背压电热联产装置深度耦合的电网调峰系统,可实现煤电机组0~100%全负荷调峰能力,打破高背压煤电机组“以热定电”运行模式,解决机组供热时无法灵活调峰的难题。

[0051] 2.提出一种基于单台汽轮机双背压调控的乏汽、蒸汽联合的梯级利用热网调峰系统,满足不同寒冷条件下供热负荷需求。

[0052] 3.具有电网调峰、热网调峰同时运行与灵活切换的调控方法,解除热负荷对电负荷的制约,避免传统热电解耦时煤耗增加,提高能源综合利用效率。

[0053] 基于本发明的技术方案,本发明至少具有如下技术效果之一:

[0054] 1.乏汽、蒸汽联合梯级利用的热网调峰系统,灵活性满足煤电机组不同寒冷条件下供热负荷需求。

[0055] 2.热网调峰系统与电网调峰系统的深度耦合实现煤电机组0~100%全负荷调峰能力,打破高背压机组“以热定电”运行模式,解决机组供热时无法灵活调峰的难题。

[0056] 3.通过电网调峰系统与热网调峰系统的电热双调峰调控方法,解除热负荷对电负荷的制约,避免传统热电解耦时煤耗增加,提高能源综合利用效率。

[0057] 基于以上,本发明提出了如下技术方案:

[0058] 1、一种电网调峰系统,包括:

[0059] 机组,包括锅炉、汽轮机高压/中压汽缸、发电机;

[0060] 加热器;

[0061] 其中,所述电网调峰系统包括如下两级电网调峰路径:

[0062] 第一电网调峰路径:与汽轮机高压/中压汽缸相通的第三蒸汽支路与电热联产装置相通,电热联产装置适于发电,来自第三蒸汽支路的蒸汽在电热联产装置做功从而发电后形成的工质适于在加热器中与供热循环回水换热,供热循环回水适于在第四加热器中加热后通入到热网中;

[0063] 第二电网调峰路径:包括电热储能装置,来自发电机的电力的一部分适于在电热储能装置中转化为热量存储,存储的热量适于经由水进入到热网中。

[0064] 2、根据1所述的电网调峰系统,其中:

[0065] 来自发电机的电力的一部分适于在电热储能装置中加热供热循环回水。

- [0066] 3、根据1所述的电网调峰系统,其中:
- [0067] 所述电热联产装置为背压电热联产装置,背压电热联产装置发出的电力适于并入厂用电系统。
- [0068] 4、根据1所述的电网调峰系统,其中:
- [0069] 所述电热储能装置包括电制热装置以及水存储装置,来自发电机的电力的一部分适于在电制热装置中加热水,被加热的水适于在水存储装置中存储,且来自水存储装置的水适于通入到热网中。
- [0070] 5、根据1所述的电网调峰系统,其中:
- [0071] 所述电热储能装置设计成消耗电力至少为锅炉在无助燃稳定运行最低负荷下发电机所发出的电力;或者
- [0072] 所述电热储能装置设计成消耗电力为锅炉在至少20%额定负荷下发电机所发出的电力。
- [0073] 6、根据1所述的电网调峰系统,其中:
- [0074] 第一电网调峰路径设置成使得供热循环回水被加热到70-95℃的范围;和/或
- [0075] 第二电网调峰路径设置成使得进入到热网的水的温度在70-95℃的范围。
- [0076] 7、根据1-6中任一项所述的电网调峰系统,其中:
- [0077] 所述加热器为第四加热器;
- [0078] 所述机组还包括汽轮机低压缸;以及
- [0079] 所述电网调峰系统包括如下路径中的至少一级热网调峰路径:
- [0080] 第一热网调峰路径:与低压缸相通的第一乏汽支路与第一加热器相通,供热循环回水适于在第一加热器内被加热后返回热网;
- [0081] 第二热网调峰路径:与低压缸相通的第二乏汽支路与蒸汽喷射装置相通,与汽轮机高压/中压汽缸相通的第一蒸汽支路与蒸汽喷射装置相通以适于携带来自第二乏汽支路的乏汽进入第二加热器,供热循环回水适于在第二加热器内被加热后返回热网;
- [0082] 第三热网调峰路径:与汽轮机高压/中压汽缸相通的第二蒸汽支路与第三加热器相通,供热循环回水适于在第三加热器内被加热后返回热网。
- [0083] 8、根据7所述的电网调峰系统,其中:
- [0084] 所述第一加热器为利用乏汽-供热循环回水换热以及凝结水-供热循环回水换热的复合加热器。
- [0085] 9、根据8所述的电网调峰系统,其中:
- [0086] 所述第一加热器还设置有冷却风入口和冷却风出口,以在供热循环回水不通入第一加热器的情况下利用气体冷却乏汽。
- [0087] 10、根据7所述的电网调峰系统,其中:
- [0088] 汽轮机低压缸包括高背压低压缸;
- [0089] 在第一热网调峰路径中,第一乏汽支路与高背压低压缸相通;
- [0090] 在第二热网调峰路径中,第二乏汽支路与高背压低压缸相通。
- [0091] 11、根据10所述的电网调峰系统,其中:
- [0092] 高背压低压缸的乏汽还适于与第一空冷岛或者第一冷凝器相通。
- [0093] 12、根据10所述的电网调峰系统,其中:

[0094] 汽轮机低压缸还包括低背压低压缸,低背压低压缸的乏汽适于与第二空冷岛或者第二冷凝器相通。

[0095] 13、一种根据1-6中任一项所述的电网调峰系统的控制方法,包括如下步骤中的至少一个步骤:

[0096] 电热联产步骤:从汽轮机高压/中压汽缸引出蒸汽利用电热联产装置发电以及利用蒸汽发电后形成的工质加热供热循环回水,将加热后的供热循环回水通入到热网中;和

[0097] 电热储能步骤:将来自发电机的电力的一部分在电热储能装置中转为为热量存储,存储的热量适于经由水进入到热网中。

[0098] 14、根据13所述的方法,还包括步骤:

[0099] 使得所述电热储能装置消耗的电力至少为锅炉在无助燃稳定运行最低负荷下发电机所发出的电力;或者

[0100] 使得所述电热储能装置消耗的电力为锅炉在至少20%额定负荷下发电机所发出的电力。

[0101] 15、根据13所述的方法,所述电网调峰系统为根据7-12中任一项所述的电网调峰系统,其中:

[0102] 所述方法包括如下步骤中的至少一种:基于第一热网调峰路径利用乏汽供暖;基于第二热网调峰路径利用乏汽和蒸汽供暖;以及

[0103] 基于第三热网调峰路径利用蒸汽供暖。

[0104] 16、根据15所述的方法,其中:

[0105] 汽轮机低压缸包括高背压低压缸和低背压低压缸;

[0106] 在第一热网调峰路径中,第一乏汽支路与高背压低压缸相通;

[0107] 在第二热网调峰路径中,第二乏汽支路与高背压低压缸相通;

[0108] 所述方法包括步骤:

[0109] 采暖季节时高背压低压缸和低背压低压缸双背压运行,高背压低压缸排汽压力范围为25~35kPa,低背压低压缸排汽压力范围为13~18kPa。

[0110] 17、根据16所述的方法,同时包括如下步骤:

[0111] 基于第一热网调峰路径利用乏汽供暖;

[0112] 基于第二热网调峰路径利用乏汽和蒸汽供暖;

[0113] 基于第三热网调峰路径利用蒸汽供暖。

[0114] 18、根据15所述的方法,其中:

[0115] 汽轮机低压缸包括高背压低压缸和低背压低压缸;

[0116] 在第一热网调峰路径中,第一乏汽支路与高背压低压缸相通;

[0117] 在第二热网调峰路径中,第二乏汽支路与高背压低压缸相通;

[0118] 所述方法包括步骤:

[0119] 非采暖情况下,仅低背压低压缸运行,低背压低压缸排汽压力范围为13~18kPa,且低背压低压缸的乏汽与第二空冷岛或者第二冷凝器相通。

[0120] 19、根据15所述的方法,其中:

[0121] 汽轮机低压缸包括高背压低压缸和低背压低压缸;

[0122] 在第一热网调峰路径中,第一乏汽支路与高背压低压缸相通;

[0123] 在第二热网调峰路径中,第二乏汽支路与高背压低压缸相通;

[0124] 所述方法包括步骤:

[0125] 非采暖情况下,高背压低压缸运行,且高背压低压缸的乏汽与第一加热器相通,所述第一加热器还设置有冷却风入口和冷却风出口,以在供热循环回水不通入第一加热器的情况下利用气体冷却乏汽。

[0126] 20、根据15所述的方法,其中:

[0127] 供热循环回水基于第一热网调峰路径在第一加热器中利用乏汽加热后,温度在50-69℃的范围;

[0128] 供热循环回水基于第二热网调峰路径在第二加热器中利用乏汽和蒸汽加热后,温度在70-85℃的范围;

[0129] 供热循环回水基于第三热网调峰路径在第三加热器中利用蒸汽加热后,温度在85-95℃的范围。

[0130] 21、一种电网调峰系统,包括:

[0131] 机组,包括锅炉、汽轮机、发电机;

[0132] 热网调峰路径,适于基于来自汽轮机的汽体为待进入到热网的流体提供热量;

[0133] 电网调峰路径,适于将来自发电机的一部分电力转化或者转化存储为加热进入到热网的流体的热量,和/或适于基于来自汽轮机的高/中压汽缸的蒸汽发电以及适于利用所述蒸汽做功发电后的工质为待进入到热网的流体提供热量。

[0134] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行变化、要素组合,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

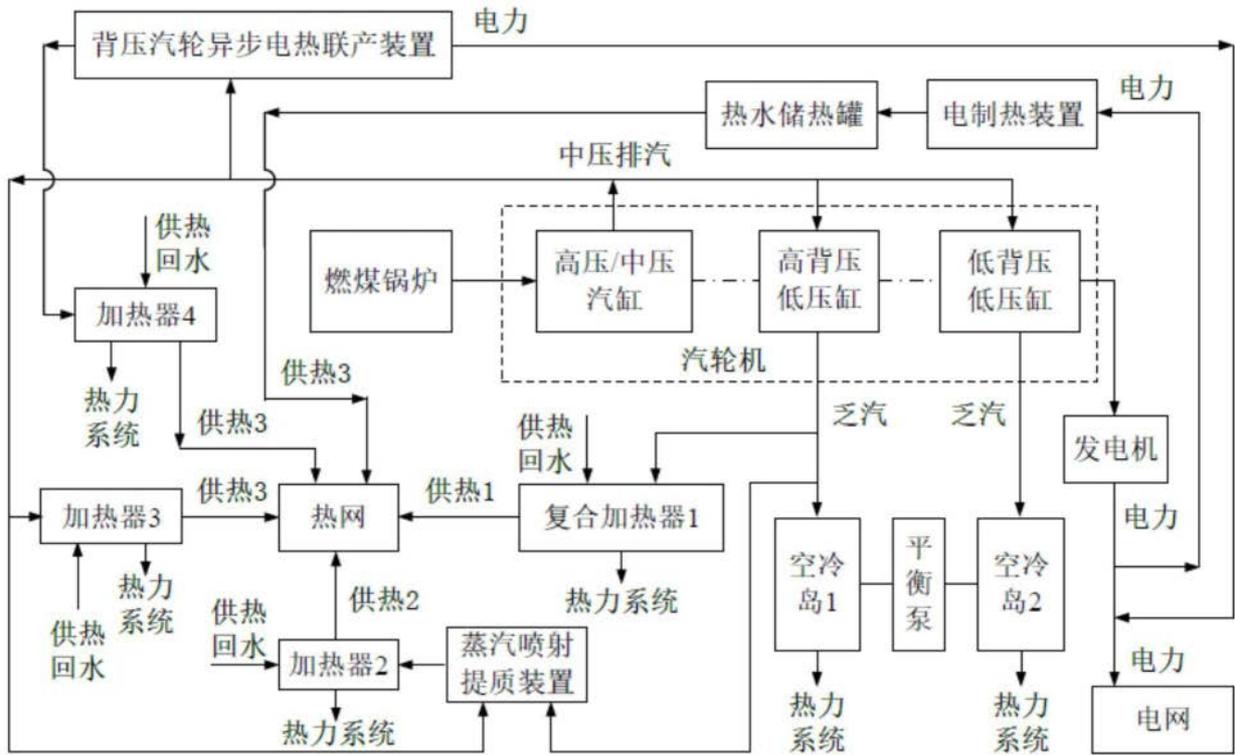


图1