

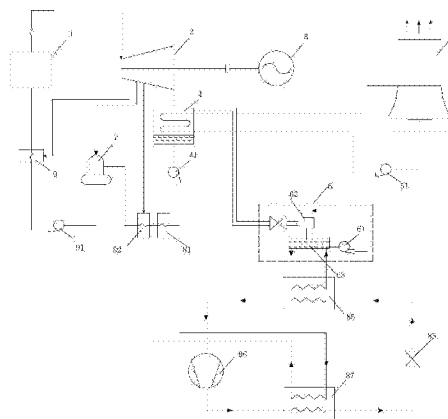


(45) 授权公告日 2016.02.10

F01K 9/02(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图3页

本实用新型提供了一种基于热泵的凝汽式汽轮机系统,包括:凝结水装置、抽气设备、轴封加热器、低压加热器;凝结水装置通过管线依序与轴封加热装置、低压加热器连接,抽气设备通过管线与凝结水装置连接;还包括热泵系统,热泵系统包括依序循环连接的压缩机、冷凝器、节流装置、蒸发器;抽气设备通过管线与蒸发器连接,冷凝器通过管线与轴封加热器并联;抽气装置中的水通过蒸发器后冷却并循环,凝结水装置中的水经过冷凝器加热后通入低压加热器。本实用新型降低了射水抽气器的工作温度,使射水抽气器处于较高效率区间,抽吸不凝气体的能力保持设计水平,从而提高机组的真空度,降低机组发电煤耗,提高机组的经济性。



1. 一种基于热泵的凝汽式汽轮机系统,其特征在于,包括:

凝结水装置、抽气设备、轴封加热器、低压加热器;

凝结水装置通过管线依序与所述轴封加热器、所述低压加热器连接,所述抽气设备通过管线与所述凝结水装置连接;

还包括热泵系统,所述热泵系统包括依序循环连接的压缩机、冷凝器、节流装置、蒸发器;

所述抽气设备通过管线与所述蒸发器连接,所述冷凝器通过管线与所述轴封加热器并联;

所述抽气装置中的水通过所述蒸发器后冷却并循环,所述凝结水装置中的水经过所述冷凝器加热后通入所述低压加热器。

2. 如权利要求 1 所述的凝汽式汽轮机系统,其特征在于,所述抽气设备包括射水抽气器、射水箱、射水泵;

所述射水箱的管线出口通过管线连接所述蒸发器的制冷入口,所述蒸发器的制冷出口通过管线连接所述射水泵的管线入口;

所述射水箱的水经过所述蒸发器冷却后进入所述射水泵循环。

3. 如权利要求 1 所述的凝汽式汽轮机系统,其特征在于,所述节流装置是毛细管、热力膨胀阀、电子膨胀阀中的任意一种。

一种基于热泵的凝汽式汽轮机系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种基于热泵的凝汽式汽轮机系统,属于热力发电技术领域。

背景技术

[0002] 目前,大多数凝汽式发电机组都采用回热循环方式,减少冷源损失,提高发电机组经济性。即抽出部分已经做过一部分功的蒸汽通过加热器提高凝结水温度,这样可以减少锅炉的耗煤量,提高整个系统的经济性。

[0003] 采用回热循环凝汽式发电机组的工作原理如图 1 所示,主要包括锅炉 1、汽轮机 2、发电机 3、凝汽器 4、轴封加热器 81、低压加热器 81、给水泵 91、高压加热器 9、抽气装置 6 和射水泵 61 等。给水在锅炉中 1 吸热产生高温高压蒸汽进汽轮机 2 中膨胀做功,冲动汽轮机 2 的转子旋转,转子带动发电机 3 的转子在磁场中切割磁力线发电。做完功的蒸汽(乏汽)由排汽缸进入凝汽器 4,在凝汽器 4 中进行热交换,乏汽凝结成凝结水,热量由循环水通过冷却塔 5 释放到大气中,凝结水汇集到热井,通过凝结水泵 41 升压进入凝结水系统,凝结水分别进入轴封加热器 81、低压加热器 82、除氧器 7 和高压加热器 9,通过上述的换热设备利用机组抽汽逐步加热,除氧后进入锅炉加热后产生高温高压蒸汽,如此反复循环。将做过部分功的蒸汽由汽轮机 2 固定抽汽口采用抽气设备 6 抽出用于加热凝结水,实现回热循环。

[0004] 当前凝汽式发电机组采用的抽气设备 6 主要由射水箱 63、射水泵 61 和射水抽气器 62 构成。射水箱 63 中的水经射水泵 61 升压后供给射水抽气器 62,抽出汽-气混合物后再排至射水箱 63,如此循环使用。真空泵与射水抽气器原理基本相同,主要区别是用水封环代替抽气器。为了简单起见,下面以射水抽气器为例进行分析。

[0005] 夏季,随着环境温度升高,循环水温进出水温度也相应提高,机组真空逐步降低,机组经济性快速下降,甚至出现达不到机组设计出力的情况。分析原因主要是由于循环水进水温度上升,机组排汽温度也随之提高,对应的饱和压力升高,机组可利用焓降减少,要达到额定发电量就需要更多蒸汽,当进汽量大于设计进汽量时就必须限制机组负荷量,导致达不到设计出力。

[0006] 射水抽气器 62 所能产生的极限真空受进水温度制约,当腔室的真空达到水温的饱和温度时水会汽化,射水抽气器 62 将不能正常工作。射水抽气器 62 抽出汽-气混合物中的蒸汽具有汽化潜热,随着环境温度的提高,射水箱中循环水散热条件变差,循环水温逐步升高。射水抽气器 62 的抽气效率随循环水温度的升高呈快速下降的趋势。循环水温度的升高,抽气器效率下降,抽出的不凝气体量减少,导致积聚在凝汽器换热面上的不凝气体增加,增大凝汽器热阻,降低换热系数,也会引起排汽温度上升,真空下降,机组经济性变差。

[0007] 在电厂,夏季当射水箱 63 水温升高导致机组真空偏低时,通常主要采取以下两种办法,一种是向射水箱 63 中溢流串水,即降低抽气设备 6 循环水工作温度。补入工业水,通过溢流方式,排出部分“热水”,补入部分“冷水”来降低射水抽气器中温度;另一种是开启两台射水泵的方式,通过增大循环水量,增加不凝性气体抽出量。但实际效果都不理想。采用第一种方法,向射水箱 63 串水,通过溢流的方式降低水温时,增加新鲜水(工业水)的消

耗,同时溢流出的水基本是常压,通常是进入无压回水管线到污水处理厂,也增大了污水处理量,增加了生产运行费用。第二种方法,多开了一台射水泵,增加了厂用电量,抽气量增大后带来的汽-气混合物中汽量增加,导致射水箱中水温升高,抽气设备效率下降。

实用新型内容

[0008] 针对现有技术的不足,本实用新型所要解决的技术问题在于如何降低将射水箱循环水温度。

[0009] 为实现上述实用新型目的,本实用新型采用下述的技术方案:

[0010] 本实用新型提供一种基于热泵的凝汽式汽轮机系统,包括:

[0011] 凝结水装置、抽气设备、轴封加热器、低压加热器;

[0012] 凝结水装置通过管线依序与所述轴封加热装置、所述低压加热器连接,所述抽气设备通过管线与所述凝结水装置连接;

[0013] 还包括热泵系统,所述热泵系统包括依序循环连接的压缩机、冷凝器、节流装置、蒸发器;

[0014] 所述抽气设备通过管线与所述蒸发器连接,所述冷凝器通过管线与所述轴封加热器并联;

[0015] 所述抽气装置中的水通过所述蒸发器后冷却并循环,所述凝结水装置中的水经过所述冷凝器加热后通入所述低压加热器。

[0016] 其中较优地,所述抽气设备包括射水抽气器、射水箱、射水泵;

[0017] 所述射水箱的管线出口通过管线连接所述蒸发器的制冷入口,所述蒸发器的制冷出口通过管线连接所述射水泵的管线入口。

[0018] 所述射水箱的水经过所述蒸发器冷却后进入所述射水泵循环。

[0019] 其中较优地,所述节流装置是毛细管、热力膨胀阀、电子膨胀阀中的任意一种。

[0020] 与现有技术相比,本实用新型具有以下有益效果:

[0021] 本实用新型提供的基于热泵的凝汽式汽轮机系统,通过热泵蒸发器吸热,将射水箱循环水温度由较高温度降至设计温度附近后回到射水箱。由于降低了射水抽气器的工作温度,使射水抽气器处于较高效率区间,抽吸不凝气体的能力保持设计水平,从而提高机组的真空度,降低机组发电煤耗,提高机组的经济性。

附图说明

[0022] 图1是现有技术中凝汽式汽轮机系统示意图;

[0023] 图2是现有技术中热泵系统示意图;

[0024] 图3是本实用新型基于热泵的凝汽式汽轮机系统示意图。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图和实施例,对本实用新型的具体实施方式作进一步描述。以下实施例用于说明本实用新型,但不用来限制本实用新型的范围。

[0026] 热泵(Heat Pump)是一种将低温热源的热能转移到高温热源的装置。如图2所示,热泵系统一般主要由压缩机、冷凝器、节流阀和蒸发器组成。

[0027] 如图 3 所示,本实用新型提供一种基于热泵的凝汽式汽轮机系统,其特征在于,包括:凝结水装置 4、抽气设备 6、轴封加热器 81、低压加热器 82;凝结水装置 4 通过管线依序与轴封加热器 81、低压加热器 82 连接,抽气设备 6 通过管线与凝结水装置 4 连接;还包括热泵系统,热泵系统包括依序循环连接的压缩机 88、冷凝器 85、节流装置 86、蒸发器 87;抽气设备 6 通过管线与蒸发器 85 连接,冷凝器 87 通过管线与轴封加热器 81 并联;抽气装置中 6 的水通过蒸发器 85 后冷却并循环,凝结水装置 4 中的水经过冷凝器 87 加热后通入低压加热器 82。下面对本实用新型提供的基于热泵的凝汽式汽轮机系统展开详细的说明。

[0028] 如图 3 所示,抽气设备 6 包括射水抽气器 62、射水箱 63、射水泵 61;射水箱的 63 管线出口通过管线连接蒸发器 85 的制冷入口,蒸发器 85 的制冷出口通过管线连接射水泵 61 的管线入口。射水箱 63 的水经过蒸发器 85 冷却后进入射水泵 61 循环。具体地,从射水箱 63 中循环水抽出,进入蒸发器 85,在蒸发器 85 中换热,降低温度后 (20-25℃),再返回射水箱 63 底部射水泵 61 进水母管。通过射水泵 61 将循环水升压后进入射水抽气器 62,在射水抽气器 62 的喷嘴中喷射射水抽气器 62 中不凝气体和部分蒸汽后通过扩压管排至射水箱 63。从凝结水装置 4 出口母管引出一条凝结水管 (42-48℃),进入冷凝器 87,在冷凝器 87 中换热,升高温度 (57-70℃) 后,并入合适温度的轴封加热器 81 或低压加热器 82 水侧。在本实用新型中。节流装置 86 是毛细管、热力膨胀阀、电子膨胀阀中的任意一种。

[0029] 本实用新型可利用电厂蒸汽充足的有利条件,通过综合利用热泵技术,同时利用热泵循环中的加热和制冷部分,达到提高凝汽式汽轮机组经济性的效果。当冬季射水箱水温降低的情况,可以通过系统切换回收凝汽器出口循环水热量加热凝结水。具体如下:

[0030] 1、可以降低进入射水抽气器 (真空泵) 中循环水温度,达到抽气装置进水设计温度,减少循环水温度升高对抽气设备效率的影响,使抽气设备处于高效状态;2、可以提高机组的真空,降低发电煤耗,提高机组的经济性;3、回收热量用于提高凝结水温度,减少相应低压加热器所需的蒸汽量;4、减少低压加热器的进汽量,使更多蒸汽用于发电,增大机组发电量;5、由于冷却循环水和加热凝结水的温度都不高,温差也不大,便于选取高换热系数热泵;6、可利用电厂蒸汽充足的有利条件,采用蒸汽型吸收制冷热泵,提高整个能源利用率。

[0031] 下面结合具体数据说明本实用新型的先进性:

[0032] 以 60MW 凝汽式汽轮机为例,机组配置两台射水泵和射水抽气器。射水抽气器流量为 384m³/h,抽干空气量为 27.5kg/h。射水泵流量为 384m³/h,功率为 55kW。真空每升高 1kPa,发电煤耗降低 2.6g/kwh (影响火力发电厂煤耗因素) 在 25-32℃ 之间射水抽气系统循环水温升高 1℃,机组真空下降 173Pa。按 60MW 的实测结果:射水抽气系统循环水温设计为 20℃,夏季最高水温达到 40℃,按一年中最热四个月平均水温 32℃ 进行计算。供电标煤为 750 元/吨。热泵系数为 3。一年中最热四个月将射水抽气器系统中水温由 32℃ 降至 25℃。射水抽气系统小时换热量为 540GJ,需要热泵为 50kW。机组真空提高 $0.173 \times (32-25) = 1.211\text{kPa}$,降低发电煤耗 $1.211 \times 2.6 = 3.15\text{g/kw}$,四个月节标煤 $3.15 \times 24 \times 30 \times 4 \times 60 \times 10^3 / 10^6 = 544.32$ 吨,节标煤费用 $544.32 \times 750 / 10^4 = 40.82$ 万元,其中热泵耗电量为 144000kW,增加电费 5.76 万元。减少低加进汽量增加机组发电量 11kwh,四个月多发电 31680kW。产生效益 1.2672 万元。合计降本 36.33 万元。相同情况下取一年中最热四个月为对比参考。原电厂采用的方法一串水溢流方式可提高机组真空约 0.3kPa,但增加了新鲜水采供和水处理费用 1 万元。采用的方法二增开一台射水泵可提高机组真空

约 0.2kPa,增加电耗 158400kW,增加电费 6.3 万元。

[0033] 通过上述实施例可知,使用本实用新型所提供的故障测距装置具有以下有益效果:本实用新型提供的基于热泵的凝汽式汽轮机系统,通过热泵蒸发器吸热,将射水箱循环水温度由较高温度降至设计温度附近后回到射水箱。由于降低了射水抽气器的工作温度,使射水抽气器处于较高效率区间,抽吸不凝气体的能力保持设计水平,从而提高机组的真空度,降低机组发电煤耗,提高机组的经济性。

[0034] 以上实施方式仅用于说明本实用新型,而并非对本实用新型的限制,有关技术领域的普通技术人员,在不脱离本实用新型的精神和范围的情况下,还可以做出各种变化和变型。因此所有等同的技术方案也属于本实用新型的保护范畴。

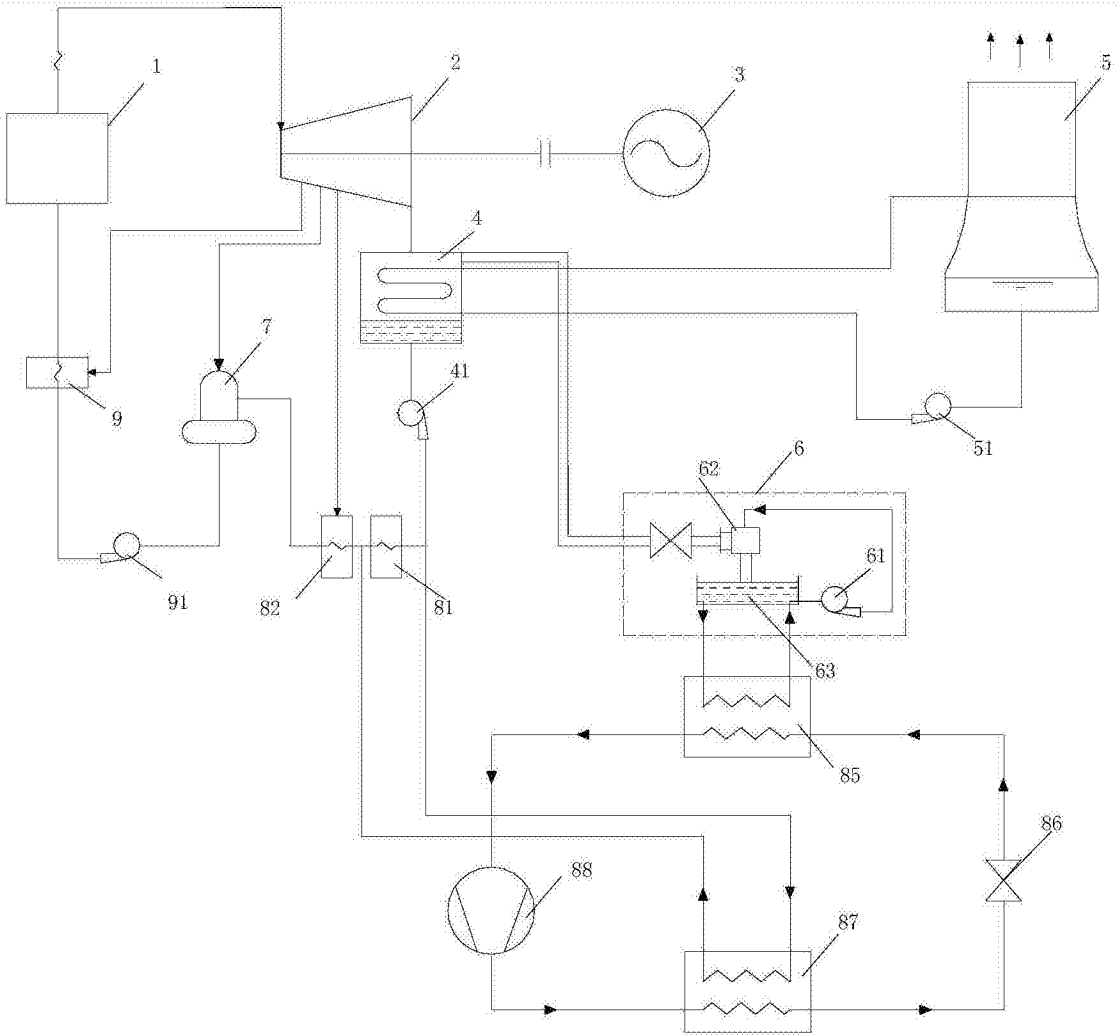


图 1

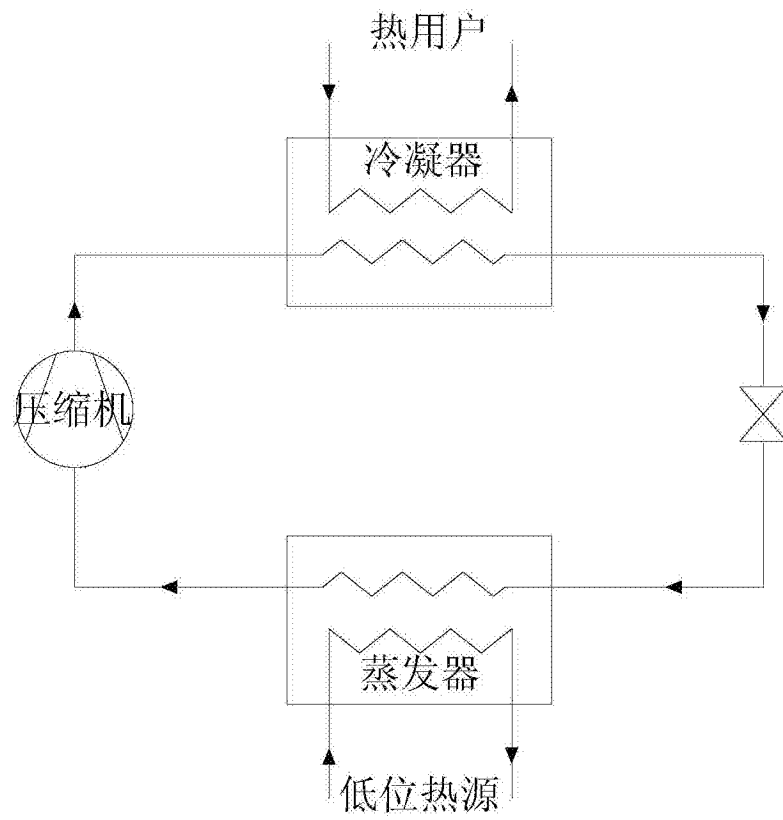


图 2

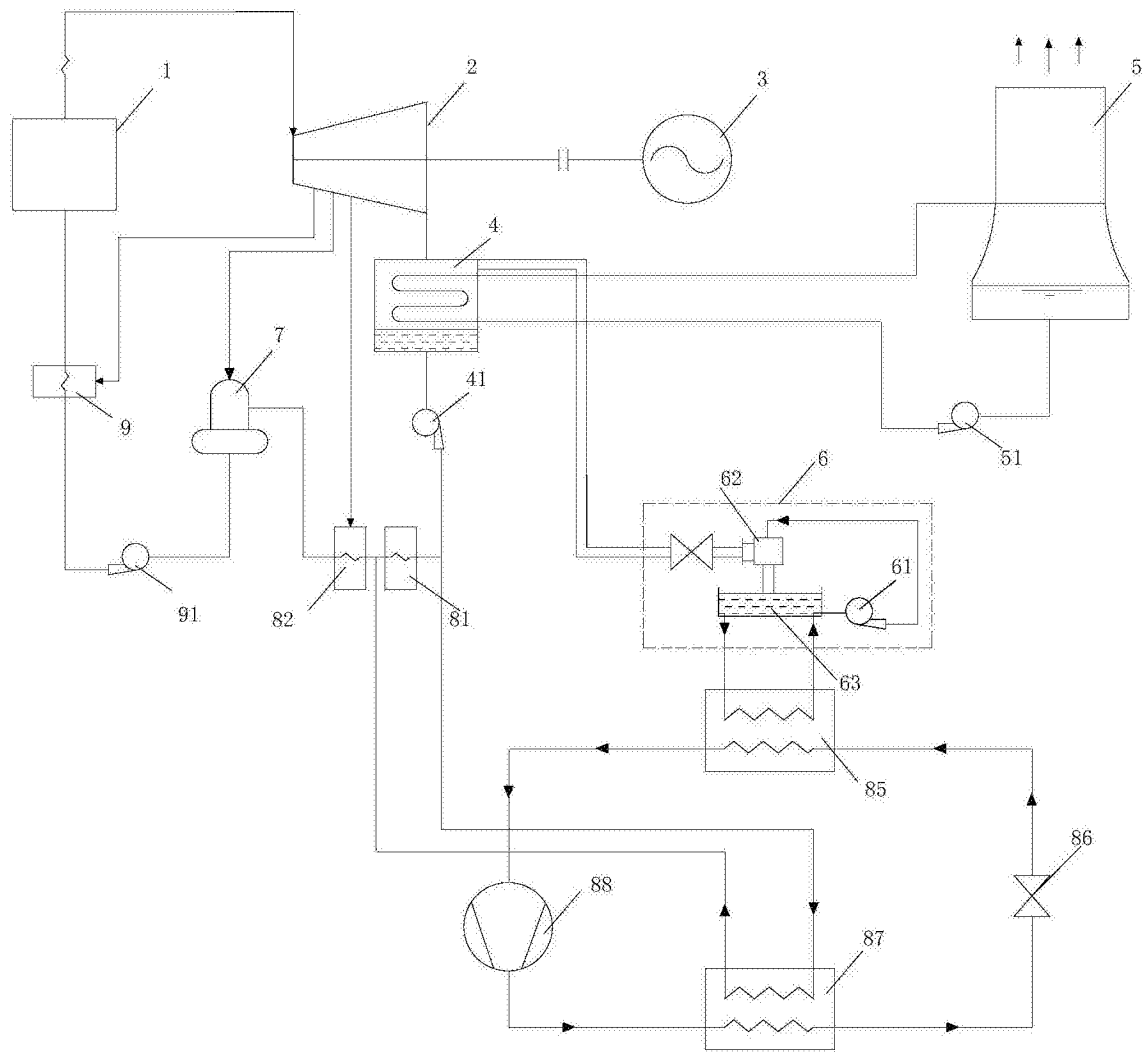


图 3