

探究回收循环水余热的热泵供热系统热力性能

张铜强

随着我国经济建设的不断发展，逐渐出现了能源短缺的现象。我国因此提出节能减排的政策，同时也加强了对火电厂的丰富余热资源的关注度。如若能够通过循环水，利用热泵技术将余热回收再利用，将能够极大的提高资源利用效率。本文将对热电厂余热回收技术类型以及回收循环水余热的热泵供热方法与节能机理进行简要的分析，并对回收循环水余热的热泵性能的关键部件数学模型加以阐述。

当今时代，能源危机是各个国家需要解决的重点问题。由于对煤炭、石油、天然气等资源的储备量逐渐减少，并且在对其的利用过程中将会对环境造成一定程度的损害。因此，当前人们更加注重对能量的梯级利用和余热回收。尤其是利用大型热电厂进行集中供热并且对于其中的余热利用热泵技术进行回收再利用，将能够提高资源利用效率，实现节能减排。

1我国热泵供热系统的应用与研究

1.1调节抽汽式供热机组

目前，我国各地区进行集中供热主要采用的机组就是调节抽汽式供热机组。但是它并不是完美无缺的，它存在的问题有很多，例如它是直接利用汽轮机抽汽的方式在热网中对热网返回水进行加热，通常热网中返回水的温度约为55℃，在经过它的加热之后将能够达到130℃左右，使得热网中的温差过大，将会对热网造成一定的损害，并且抽汽中的人呢过并没有实现高效的利用。此外，汽轮机排汽中的余热通常会随着循环水流走，在空气中消散，使循环水的余热没有得到良好的利用，产生大量的浪费。

1.2吸收式热泵

吸收式热泵具有有效利用低品位热能的优点，它可以对太阳能、地热能等废弃热量进行再利用，从而降低对环境的污染。它将利用电站的循环水来作为热源，利用吸收式热泵对其功能进行优化，从而实现向用户进行供热。在此过程中，它既实现了对循环水余热的回收，提高了供热系统的供热量，解决了由于供热量不足而产生的供需矛盾。

同时，流入热网的水温基温较高，使其产生的温差变小，从而降低了对热网的损害程度，使抽汽热能得到了有效的利用。其主要缺点在于气密性较高，如果在使用的过程中有外界的空气流入将会对整体机组的性能造成不利影响，摒弃由于其利用水作为制冷剂，因此只能选择5℃以上的冷媒水投入使用。最后，由于溴化锂的价格较高，因此初次使用资金投入较大。

此外，随着吸收式热泵的广泛应用，国内外的有关专家和学者也加强了对这方面的关注度。其中，国外学者Christian Keil等对吸收式热泵在低温集中供热中的作用进行了深入的研究，国内学者李岩等分别在吸收式热交换器与吸收式热泵的基础上，设计了一种新型的集中热能的方法，可以极大的提高热泵对于低品位余热的回收，并且将回收的余热进行海水淡化的可行性。

2热电厂余热回收技术类型分析

2.1吸收式热泵技术

吸收式热泵技术主要分为两种类型。第一种吸收式热泵是增热型热泵，其依靠高温热源作为驱动开关，利用对低温热源的吸收来进行对热媒水的加热工作。第二种吸收式热泵是升温性热泵，它是通过在较多的中温热中吸取少量的高温热能的方式进行。

2.1.1开式循环运行方式

在热电厂的热泵系统与循环水系统进行开式循环的运行方式时，其中循环水将会被分为两个部分，其中一部分的循环水将会去冷却塔中进行正常的电厂循环工作，而剩下一部分的循环水将会被分派到热泵机组中进行对低温余热的回收利用工作，最终在冷却塔中进行正常工作的循环水将与热泵机组中的循环水在水池中进行融合，再一起返回到冷凝器中进行冷却处理，以此再进行下一个循环。在进行开式循环方式时，通常对参与循环的循环水质量要求较高，但是

由于具体的操作步骤比较简单方便，因此在具体的日常使用中多采用这种方式进行[1]。

2.1.2 闭式循环运行方式

在热电厂的热泵系统与循环水系统进行闭式循环的运行方式时，将要求其重新建立冷凝器设备或者对原有的冷凝器进行改装，使其变成具有双侧运行方式的新型设备。在这双侧运行方式中，将起到不同的作用。其中一侧的循环水流进上塔，另一侧的循环水则流经热泵循环当中[2]。

采用闭式循环运行方式，将能对循环水流量、循环水温度以及变回水温度等进行调节。当温度升高，热负荷变少时，则循环水可以通过热网进行加温，使供水温度升高，热网加热或者冷凝器中的冷凝温度与冷凝压力升高，与此同时在加热器中的乏汽量减少，则需要通过增加循环水流量的方式进入到冷却塔中，将原有的凝汽器中的热量带走，指导将循环网中的供水温度降低到规定的标准为止。

2.1.3 以热泵取代凝汽器的运行方式

在循环水中的余热主要来源是汽轮机产生的热量，如果能够直接利用相关设备对热泵机组进行热量的获取，将能够由于取消了中间的一系列操作和介质，而减少在传播中对热量造成的损耗和能源的浪费。同时，也会极大的提升热交换的效率，因此可以采用以热泵机组取代凝汽器的运行方式。这种运行方式的优点在于可以通过减少中间环节，提高余热的利用效率，同时还可以迎合国家节能减排的战略方针，整个过程绿色环保。但是其使用的缺点在于在运行的过程中，对于机组和系统的影响较大，中间操作比较繁琐，难以控制，因此在我国目前的工程当中还没有被应用和推广[3]。

2.2 低真空供热技术

低真空供热技术是指通过降低凝汽器中的真空度，提高汽轮机乏汽压力，从而使乏汽温度升高的同时使循环水的温度也有相应的升高，之后将达到高温的循环水传送到用户的供热当中。

2.2.1 凝汽器单侧运行方式

在凝汽器进行单侧运行时，凝汽器中单侧的水将经过热网，按照原有的路线流经循环冷却水上塔。这种凝汽器的运行方式叫做双背压凝汽器，其与单背压的功能效果相比较来看，这种方式更加节能环保，尤其是在双背压凝汽器中能够加大冷却面积，使凝汽器的传热性得到有效的提高，而与之相对的单背压则二会在运行过程中产生较大的凝汽器功率，从而使传热温差加大对传热产生不利影响。endprint

2.2.2 凝汽器双侧运行方式

在凝汽器进行双侧运行时，凝汽器中双侧的循环水都将会经过热网，但是只有其中的一部分水进入到冷却水上塔之中。这种运行方式被称为单背压凝汽器，这种运行方式能够使两侧的背压一致，同时使两侧都能够达到最佳工作状态。

3 回收循环水余热的热泵供热方法与节能机理

3.1 回收循环水余热的热泵供热方法

假设热网中供水的温度是130℃，返回时水温是55℃。如果利用以往传统的汽轮机抽汽直接进入加热网中，将会将目前热网中的55℃的水温直接加热到130℃。由于温差较大，将会对热网产生一定程度的损害。具体步骤如图1所示。

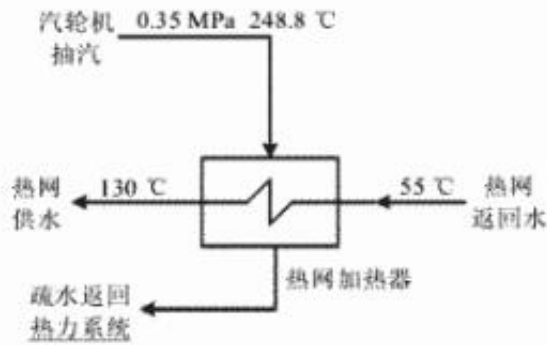


图1 传统的供热方式

同样，假设热网中供水的温度是130 °C，返回时水温是55 °C。在新型的热泵供热方式中，首先是通过部分汽轮机抽汽操纵溴化锂吸收式热泵，实现将返回时的55 °C的水温升高到80 °C，与此同时，进行部分循环水余热的回收，最后利用汽轮机抽汽的方式在峰载加热器进行加热，实现将热网中80 °C的水温升高到130 °C的效果。具体步骤如图2所示。

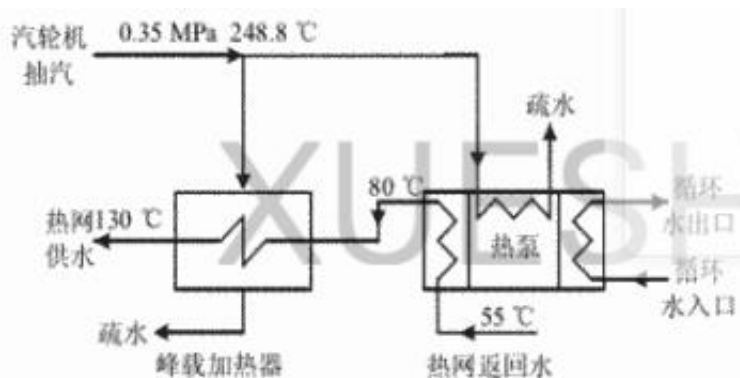


图2 热泵供热方式

3.2回收循环水余热的热泵供热节能机理

3.2.1压缩式热泵的余热节能机理

压缩式热泵主要依靠电源作为驱动能源，由压缩机、蒸发器、冷凝器以及节流阀几个主要部件构成。热泵工质是通过在蒸发器中吸收一定程度的循环冷却水的余热后，利用压缩机对其进行升温升压处理，之后在冷凝器中将其热量全部释放给供暖热水，最后通过节流阀进行冷却降压后重新返回到蒸发器当中重复第一步的操作，来完成下一轮的循环。此项过程中如果忽视其他外界因素对其产生的热量损失，则可以根据热力学第一定律，计算热平衡方程为：

在此项公式中为冷凝器热负荷，为蒸发器热负荷，W为热泵压缩机所消耗的功率。此外，热泵系统是否能够起到良好的节能效果则需要通过热泵的性能系数COP来显示，这里将运用公式来计算热性能系数：

3.2.2溴化锂吸收式的余热节能机理

溴化锂吸收式依靠的是汽轮机抽汽作为驱动热源，由吸收器、冷凝器、蒸发器和相应的泵和阀门等几个主要部件构成。主要步骤是首先由汽轮机抽汽作为驱动源进入到发生器当中，将溴化锂稀溶液进行加热直至其成为浓溶液，之后将其产生的高压蒸汽灌入到冷凝器当中变成冷凝水，与此同时释放出冷凝热，进行节流降温处理之后进入到蒸发器当中，而冷凝水在蒸发器中产生的大量水蒸气则进入吸收器里。最初发生器中的溴化锂浓溶液则会经过一系列的预热后进入到吸收器当中，对通过蒸发器的水蒸气进行吸收，形成溴化锂稀溶液，再进行第一步的步骤，以此类推进行反复的循环。

4回收循环水余热的热泵性能的关键部件数学模型

4.1蒸发器

蒸发器能够使循环水中的余热中湿饱和蒸汽，进行加热处理后成为干饱和蒸汽。并且进行能量平衡公式的计算：

公式中的是循环水，是工质，即水或者是水蒸气的质量。是循环水进入到蒸发器时的水温，是循环水从蒸发器中流走的水温，是蒸发器出口的饱和蒸汽焓，是蒸发器入口的饱和蒸汽焓。蒸发器中的差值计算是利用蒸发器出口循环水的温度减去蒸发器在饱和下的温度所得到的差值。

4.2吸收器

在吸收器当中，将利用其中的溴化锂浓溶液在对水蒸气进行吸收时，释放出的热量进行收集，之后利用其进行热网水的加热处理。吸收器端差的计算方式为在吸收器出口中的溴化锂稀溶液温度减去热网中的水在出口出的温度，所得的差值就是吸收器端的差[4]。

4.3发生器

发生器的利用是通过利用汽轮机部分抽汽对工质的溶液进行加热。

4.4溶液交换器

溶液交换器的功能是在系统中，将从吸收器中流出的稀溶液与从吸收器中流出的浓溶液在溶液交换器中进行热量交换。

4.5冷凝器

冷凝器的作用是在系统中，发生器中产生的过热的水蒸气在冷凝器中进行凝结，之后释放出的热量可以在对热网中的水进行加热工作中进行利用。其中，冷凝器端差的计算公式为将处于冷凝状态下的饱和温度与热网出口中的水的温度相减，所得差值就是冷凝器端差。

4.6回收循环水余热对机组背压的作用

在热泵供热系统当中，由于在冷凝器出口处循环水需要进行升压后进入到热泵当中，因此进入冷却塔中的循环水量必然会降低。同时，在其他环境一致并且进风量也完全相同的情况下，冷却塔出口处的循环水温度将会明显的降低。但是从另一个角度来看，由于蒸发器中的循环水由于升到升压处理之后产生的降温现象不是十分明显，因此在蒸发器的循环水出口处的温度将会比冷却塔的循环水出口处的温度高很多，当二者在循环过程中发生融合时，将会产生冷凝器进出口的循环水温度整体升高的现象，从而对背压产生作用，使其受到不利影响。

因此，为了改变这种状态，降低在系统循环的过程中对背压产生的损害，将需要对凝冷器给予冷却塔进行变工况性能的计算，使其二者的温差处于一种和谐的状态，在进行融合的过程中，水温能够处于平缓状态，不会产生过大的温差对背压产生不利影响。

5结束语

随着我国经济建设的发展，对能源的需求不断增加，对有关余热利用等方面的研究工作逐渐加强。其中，在对回收循环水余热热泵供热节能机理进行应用时，要提高对公式的计算效率，从而得出准确的计算结果，以免出现失误影响余热的利用效率。此外，对回收循环水余热热泵供热节能性的研究应立足于我国当前的国情，符合时代的需要，只有这样，才能使我国的节能减排事业得到又好又快的发展。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/116311.html>