



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108506057 B

(45) 授权公告日 2023.07.14

(21) 申请号 201810171002.5

(22) 申请日 2018.03.01

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108506057 A

(43) 申请公布日 2018.09.07

(73) 专利权人 华电电力科学研究院有限公司  
地址 310030 浙江省杭州市西湖区西湖科技经济园西园一路10号

(72) 发明人 刘帅 高新勇 孙士恩 俞聪  
郑立军 何晓红 王伟 张祎  
王启业 李开创 王宏石

(74) 专利代理机构 杭州天欣专利事务所(普通合伙) 33209  
专利代理师 张狄峰

(51) Int.Cl.

F01K 11/02 (2006.01)

F01K 17/02 (2006.01)

F01K 13/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 106640237 A, 2017.05.10

CN 107023337 A, 2017.08.08

CN 107062351 A, 2017.08.18

CN 107101248 A, 2017.08.29

CN 107191233 A, 2017.09.22

CN 107605553 A, 2018.01.19

审查员 姚放

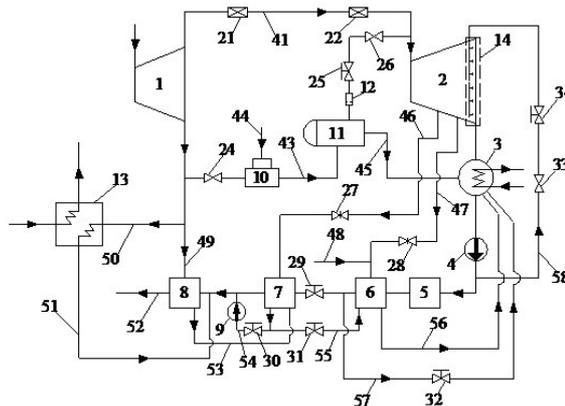
权利要求书3页 说明书6页 附图2页

## (54) 发明名称

一种用于切除低压缸进汽的热电联产系统及调节方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种用于切除低压缸进汽的热电联产系统及调节方法。当切除低压缸进汽时,不仅需要对低压缸实施有效冷却,还需考虑切除低压缸进汽有可能造成中压缸闷缸的危险。本发明中:汽轮机中压缸通过连通管和冷却蒸汽管与汽轮机低压缸连接;连通管上安装有背压蝶阀和抽凝蝶阀;冷却蒸汽管上安装有减温减压装置和汽水分离装置;低加加热器的疏水依次连接;热网疏水与三号低加加热器的给水进口管和疏水出口管连接。本发明在实现汽轮机低压缸有效冷却的同时,实现了中低温热的梯级利用,通过设置给水再循环与快开导汽旁路,实现汽轮机中压缸排汽的排出,防止了汽轮机中压缸出现闷缸现象,提高了系统运行的安全性。



1. 一种用于切除低压缸进汽的热电联产系统,其特征在于:包括汽轮机中压缸(1)、汽轮机低压缸(2)、凝汽器(3)、凝结水泵(4)、轴封加热器(5)、一号低加加热器(6)、二号低加加热器(7)、三号低加加热器(8)、疏水泵(9)、减温减压装置(10)、汽水分离装置(11)、流量测量装置(12)、热网加热器(13)和后缸喷水装置(14);所述汽轮机中压缸(1)的排汽口通过连通管(41)与汽轮机低压缸(2)的进汽口连接,且在连通管(41)上沿着蒸汽流动方向依次安装有背压蝶阀(21)和抽凝蝶阀(22);所述汽轮机中压缸(1)的排汽口还通过冷却蒸汽管(43)与汽轮机低压缸(2)的进汽口连接,且在冷却蒸汽管(43)上沿着蒸汽流动方向依次安装有第一截止阀(24)、减温减压装置(10)、汽水分离装置(11)、流量测量装置(12)、第一调节阀(25)和第二截止阀(26);所述减温减压装置(10)连接有减温水管(44);所述汽水分离装置(11)的分离水出口通过分离水管(45)与凝汽器(3)连接;所述汽轮机低压缸(2)的排汽口与凝汽器(3)连接;所述凝汽器(3)与锅炉给水管(52)连接,在锅炉给水管(52)上沿着水流动方向依次安装有凝结水泵(4)、轴封加热器(5)、一号低加加热器(6)、二号低加加热器(7)和三号低加加热器(8);所述一号低加加热器(6)的进汽口通过一号低加抽汽管(47)与汽轮机低压缸(2)的一号抽汽口连接,在一号低加抽汽管(47)上安装有第二闸阀(28),所述第二闸阀(28)的蒸汽出口还连接有轴封漏汽管(48);所述二号低加加热器(7)的进汽口通过二号低加抽汽管(46)与汽轮机低压缸(2)的二号抽汽口连接,且在二号低加抽汽管(46)上安装有第一闸阀(27);所述三号低加加热器(8)的进汽口通过三号低加抽汽管(49)与汽轮机中压缸(1)的排汽口连接;所述热网加热器(13)的进汽口通过采暖抽汽管(50)与汽轮机中压缸(1)的排汽口连接;所述三号低加加热器(8)的疏水出口通过三号回热疏水管(53)与二号低加加热器(7)的疏水进口连接;所述二号低加加热器(7)的疏水出口通过二号回热疏水管(55)与一号低加加热器(6)的疏水进口连接,且在二号回热疏水管(55)上安装有第四调节阀(31);所述一号低加加热器(6)的疏水出口通过一号回热疏水管(56)与凝汽器(3)连接;所述二号低加加热器(7)的疏水出口还通过二号回热疏水支管(54)与二号低加加热器(7)的给水出口连接,且在二号回热疏水支管(54)沿着水流动方向依次安装有第三调节阀(30)和疏水泵(9);所述二号低加加热器(7)的给水进口安装有第二调节阀(29),所述第二调节阀(29)的给水进口还通过给水再循环管(57)与凝汽器(3)连接,且在给水再循环管(57)上安装有第五调节阀(32);所述汽轮机低压缸(2)还设置有后缸喷水装置(14),所述后缸喷水装置(14)通过后缸喷水管(58)与凝结水泵(4)的出水口连接,且在后缸喷水管(58)上沿着水流动方向依次安装有第三截止阀(33)和第六调节阀(34)。

2. 根据权利要求1所述的用于切除低压缸进汽的热电联产系统,其特征在于:所述热网加热器(13)的疏水出口通过采暖疏水管(51)与三号低加加热器(8)的给水进口连接。

3. 根据权利要求1所述的用于切除低压缸进汽的热电联产系统,其特征在于:所述热网加热器(13)的疏水出口还通过采暖疏水管(51)与三号低加加热器(8)的三号回热疏水管(53)连接。

4. 根据权利要求1所述的用于切除低压缸进汽的热电联产系统,其特征在于:所述背压蝶阀(21)为无机械限位的阀门,当阀门全关时流体无泄漏;所述背压蝶阀(21)具有快开功能;所述抽凝蝶阀(22)为有机械限位的阀门,当阀门全关时流体仍可流通。

5. 根据权利要求1所述的用于切除低压缸进汽的热电联产系统,其特征在于:所述背压蝶阀(21)设置有快开导汽旁路(42),在快开导汽旁路(42)上安装有快开蝶阀(23),所述快

开蝶阀(23)具有快开功能。

6. 一种如权利要求1-5任一项权利要求所述的用于切除低压缸进汽的热电联产系统的调节方法,其特征在于:所述调节方法如下:

在机组为抽汽供热工况运行时,关闭第一截止阀(24)和第二截止阀(26),冷却蒸汽管(43)为关闭状态,冷却蒸汽系统不投入运行;此时,背压蝶阀(21)为全开状态,调节抽凝蝶阀(22)的开度,从而调节进入汽轮机低压缸(2)的汽轮机中压缸(1)排汽量;未进入汽轮机低压缸(2)的汽轮机中压缸(1)排汽分别进入热网加热器(13)和二号低加加热器(8),热网加热器(13)的蒸汽疏水输送至三号低加加热器(8)的给水进口或三号回热疏水管(53);关闭第四调节阀(31)和第五调节阀(32),打开第一闸阀(27)、第二闸阀(28)、第二调节阀(29)和第三调节阀(30),给水再循环管(57)处于关闭状态,汽轮机低压缸(2)的低加抽汽分别进入一号低加加热器(6)和二号低加加热器(7),轴封漏汽由轴封漏汽管(48)输送至一号低加加热器(6),三号低加加热器(8)的蒸汽疏水输送至二号低加加热器(7)的疏水进口,二号低加加热器(7)的蒸汽疏水由疏水泵(9)输送至三号低加加热器(8)的给水进口,一号低加加热器(6)的蒸汽疏水输送至凝汽器(3);打开第三截止阀(33),根据汽轮机低压缸(2)的排汽温度来调节第六调节阀(34)的开度,从而控制后缸喷水装置(14)的喷水流量;当汽轮机低压缸(2)的排汽温度 $T$ 为 $T \leq 45^{\circ}\text{C}$ 时,第六调节阀(34)处于关闭状态;当汽轮机低压缸(2)的排汽温度 $T$ 为 $T \geq 80^{\circ}\text{C}$ 时,第六调节阀(34)处于全开状态;当汽轮机低压缸(2)的排汽温度 $T$ 为 $45^{\circ}\text{C} < T < 80^{\circ}\text{C}$ 时,第六调节阀(34)的开度 $f$ 与汽轮机低压缸(2)的排汽温度 $T$ 之间的函数为: $f = (T - 45) \div 35 \times 100\%$ ;

在机组为背压供热工况运行时,打开第一截止阀(24)和第二截止阀(26),冷却蒸汽管为开启状态,冷却蒸汽系统投入运行;此时,背压蝶阀(21)和抽凝蝶阀(22)为全关闭状态,汽轮机中压缸(1)的排汽不再进入汽轮机低压缸(2)做功,汽轮机中压缸(1)的全部排汽分别进入热网加热器(13)和二号低加加热器(8),热网加热器(13)的蒸汽疏水输送至三号低加加热器(8)的给水进口或三号回热疏水管(53);同时,一小股汽轮机中压缸(1)的排汽进入冷却蒸汽管(43),先通过减温减压装置(10)进行减温和减压,减温减压装置(10)的减温水来源是除盐水、凝结水或锅炉补水,然后通过汽水分离装置(11)除去减温后蒸汽中的水分,分离出的水分由分离水管(45)输送至凝汽器(3),分离后的蒸汽直接进入汽轮机低压缸(2),对汽轮机低压缸(2)进行冷却,根据流量测量装置(12)的测量值来调节第一调节阀(25)的开度,保证流量测量装置(12)显示的冷却蒸汽流量满足汽轮机低压缸(2)的冷却需求;关闭第一闸阀(27)和第二闸阀(28),轴封漏汽由轴封漏汽管(48)输送至一号低加加热器(6),三号低加加热器(8)的蒸汽疏水输送至二号低加加热器(7)的疏水进口,关闭第三调节阀(30),打开第四调节阀(31),二号低加加热器(7)的蒸汽疏水输送至一号低加加热器(6)的疏水进口,一号低加加热器(6)的蒸汽疏水输送至凝汽器(3);打开并调节第二调节阀(29)和第五调节阀(32)的开度,一号低加加热器(6)输出的部分给水由给水再循环管(57)输送至凝汽器(3);背压蝶阀(21)具有快开功能,当汽轮机中压缸(1)的排汽无法及时排出时,利用背压蝶阀(21)的快开功能实现汽轮机中压缸(1)排汽的排出,防止汽轮机中压缸(1)出现闷缸;打开第三截止阀(33),根据汽轮机低压缸(2)的排汽温度来调节第六调节阀(34)的开度,从而控制后缸喷水装置(14)的喷水流量;当汽轮机低压缸(2)的排汽温度 $T$ 为 $T \leq 45^{\circ}\text{C}$ 时,第六调节阀(34)处于关闭状态;当汽轮机低压缸(2)的排汽温度 $T$ 为 $T \geq 80^{\circ}\text{C}$ 时,

第六调节阀(34)处于全开状态;当汽轮机低压缸(2)的排汽温度为T为 $45^{\circ}\text{C} < T < 80^{\circ}\text{C}$ 时,第六调节阀(34)的开度f与汽轮机低压缸(2)排汽温度T之间的函数为: $f = (T - 45) \div 35 \times 100\%$ 。

7.根据权利要求6所述的用于切除低压缸进汽的热电联产系统的调节方法,其特征在于:机组在抽汽供热工况与背压供热工况之间切换时,先开启冷却蒸汽管(43),减温减压装置(10)先不投减温水,逐步关闭抽凝蝶阀(22)至机组抽汽供热时最小阀位处;再逐步关闭背压蝶阀(21),且减温减压装置(10)投入减温水,通过减温减压装置(10)控制冷却蒸汽的温度和压力,从而使得冷却蒸汽的温度满足汽轮机低压缸(2)的冷却需求;当汽轮机中压缸(1)的排汽无法及时排出时,利用快开导汽旁路(42)实现汽轮机中压缸(1)排汽的排出,防止汽轮机中压缸(1)出现闷缸。

## 一种用于切除低压缸进汽的热电联产系统及调节方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于热电联产技术领域,具体涉及一种用于切除低压缸进汽的热电联产系统及调节方法。

### 背景技术

[0002] 目前,我国政策逐渐重视新能源的推广,降低火电机组的比例。对于火力发电厂,汽轮机的乏汽通常是通过空冷或者水冷方式直接排放掉的,这就造成了巨大的冷端损失。例如300MW亚临界纯凝机组的能量利用率约为38%,其中冷端损失约占45%,采用抽汽供热后机组的能量利用率提升至60%,但是仍有20%的冷凝低温余热被排放掉,这部分热量由于品位低而难以直接利用。同时,由于电网为消纳新能源电力,对煤电机组火电灵活性的要求不断加强,煤电机组需实现超低负荷运行,才能满足电网的调峰需求,这给燃煤热电机组带来了极大的挑战。

[0003] 目前,申请号为201710193938.3的中国专利“汽轮机抽凝背系统及其调节方法”,无需更换转子,即可实现低压缸不投入运行,该技术既可以最大程度的增加对外供热量,又可以高效益的实现机组低负荷发电。当切除低压缸进汽时,不仅要有实用的冷却技术与后缸喷水有效控制技术,对低压缸实施有效冷却;还需考虑切除低压缸进汽有可能造成中压缸闷缸的危险。另外,切除低压缸进汽时,低压缸的回热系统不再进汽,此时保证低压缸回热系统运行的经济性与安全性,也是实现汽轮机低压缸不进汽运行的关键技术之一。

### 发明内容

[0004] 基于上述情况,本发明克服现有技术中存在的上述不足,提出了一种设计合理,性能可靠,用于切除低压缸进汽的热电联产系统及调节方法。

[0005] 本发明解决上述问题所采用的技术方案是:一种用于切除低压缸进汽的热电联产系统,其特征在于:包括汽轮机中压缸、汽轮机低压缸、凝汽器、凝结水泵、轴封加热器、一号低加加热器、二号低加加热器、三号低加加热器、疏水泵、减温减压装置、汽水分离装置、流量测量装置、热网加热器和后缸喷水装置;所述汽轮机中压缸的排汽口通过连通管与汽轮机低压缸的进汽口连接,且在连通管上沿着蒸汽流动方向依次安装有背压蝶阀和抽凝蝶阀;所述汽轮机中压缸的排汽口还通过冷却蒸汽管与汽轮机低压缸的进汽口连接,且在冷却蒸汽管上沿着蒸汽流动方向依次安装有第一截止阀、减温减压装置、汽水分离装置、流量测量装置、第一调节阀和第二截止阀;所述减温减压装置连接有减温水管;所述汽水分离装置的分离水出口通过分离水管与凝汽器连接;所述汽轮机低压缸的排汽口与凝汽器连接;所述凝汽器与锅炉给水管连接,在锅炉给水管上沿着水流动方向依次安装有凝结水泵、轴封加热器、一号低加加热器、二号低加加热器和三号低加加热器;所述一号低加加热器的进汽口通过一号低加抽汽管与汽轮机低压缸的一号抽汽口连接,在一号低加抽汽管上安装有第二闸阀,所述第二闸阀的蒸汽出口还连接有轴封漏汽管;所述二号低加加热器的进汽口通过二号低加抽汽管与汽轮机低压缸的二号抽汽口连接,且在二号低加抽汽管上安装有第

一闸阀;所述三号低加加热器的进汽口通过三号低加抽汽管与汽轮机中压缸的排汽口连接;所述热网加热器的进汽口通过采暖抽汽管与汽轮机中压缸的排汽口连接;所述三号低加加热器的疏水出口通过三号回热疏水管与二号低加加热器的疏水进口连接;所述二号低加加热器的疏水出口通过二号回热疏水管与一号低加加热器的疏水进口连接,且在二号回热疏水管上安装有第四调节阀;所述一号低加加热器的疏水出口通过一号回热疏水管与凝汽器连接。

[0006] 作为优选,所述热网加热器的疏水出口通过采暖疏水管与三号低加加热器的给水进口连接。

[0007] 作为优选,所述热网加热器的疏水出口还通过采暖疏水管与三号低加加热器的三号回热疏水管连接。

[0008] 作为优选,所述二号低加加热器的疏水出口还通过二号回热疏水支管与二号低加加热器的给水出口连接,且在二号回热疏水支管沿着水流动方向依次安装有第三调节阀和疏水泵。

[0009] 作为优选,所述二号低加加热器的给水进口安装有第二调节阀,所述第二调节阀的给水进口还通过给水再循环管与凝汽器连接,且在给水再循环管上安装有第五调节阀。

[0010] 作为优选,所述背压蝶阀为无机械限位的阀门,当阀门全关时流体无泄漏;所述背压蝶阀具有快开功能;所述抽凝蝶阀为有机械限位的阀门,当阀门全关时流体仍可流通。

[0011] 作为优选,所述背压蝶阀设置有快开导汽旁路,在快开导汽旁路上安装有快开蝶阀,所述快开蝶阀具有快开功能。

[0012] 作为优选,所述汽轮机低压缸还设置有后缸喷水装置,所述后缸喷水装置通过后缸水管与凝结水泵的出水口连接,且在后缸水管上沿着水流动方向依次安装有第三截止阀和第六调节阀。

[0013] 一种如上所述的用于切除低压缸进汽的热电联产系统的调节方法,其特征在于:所述调节方法如下:在机组为抽汽供热工况运行时,关闭第一截止阀和第二截止阀,冷却蒸汽管为关闭状态,冷却蒸汽系统不投入运行;此时,背压蝶阀为全开状态,调节抽凝蝶阀的开度,从而调节进入汽轮机低压缸的汽轮机中压缸排汽量;未进入汽轮机低压缸的汽轮机中压缸排汽分别进入热网加热器和三号低加加热器,热网加热器的蒸汽疏水输送至三号低加加热器的给水进口或三号回热疏水管;关闭第四调节阀和第五调节阀,打开第一闸阀、第二闸阀、第二调节阀和第三调节阀,给水再循环管处于关闭状态,汽轮机低压缸的低加抽汽分别进入一号低加加热器和二号低加加热器,轴封漏汽由轴封漏汽管输送至一号低加加热器,三号低加加热器的蒸汽疏水输送至二号低加加热器的疏水进口,二号低加加热器的蒸汽疏水由疏水泵输送至三号低加加热器的给水进口,一号低加加热器的蒸汽疏水输送至凝汽器;打开第三截止阀,根据汽轮机低压缸的排汽温度来调节第六调节阀的开度,从而控制后缸喷水装置的喷水流量;当汽轮机低压缸的排汽温度 $T$ 为 $T \leq 45^{\circ}\text{C}$ 时,第六调节阀处于关闭状态;当汽轮机低压缸的排汽温度 $T$ 为 $T \geq 80^{\circ}\text{C}$ 时,第六调节阀处于全开状态;当汽轮机低压缸的排汽温度 $T$ 为 $45^{\circ}\text{C} < T < 80^{\circ}\text{C}$ 时,第六调节阀的开度 $f$ 与汽轮机低压缸的排汽温度 $T$ 之间的函数为: $f = (T - 45) \div 35 \times 100\%$ ;

[0014] 在机组为背压供热工况运行时,打开第一截止阀和第二截止阀,冷却蒸汽管为开启状态,冷却蒸汽系统投入运行;此时,背压蝶阀和抽凝蝶阀为全关闭状态,汽轮机中压缸

的排汽不再进入汽轮机低压缸做功,汽轮机中压缸的全部排汽分别进入热网加热器和三号低加加热器,热网加热器的蒸汽疏水输送至三号低加加热器的给水进口或三号回热疏水管;同时,一小股汽轮机中压缸的排汽进入冷却蒸汽管,先通过减温减压装置进行减温和减压,然后通过汽水分离装置除去减温后蒸汽中的水分,分离出的水分由分离水管输送至凝汽器,分离后的蒸汽直接进入汽轮机低压缸,对汽轮机低压缸进行冷却,根据流量测量装置的测量值来调节第一调节阀的开度,保证流量测量装置显示的冷却蒸汽流量满足汽轮机低压缸的冷却需求;关闭第一闸阀和第二闸阀,只有轴封漏汽由轴封漏汽管输送至一号低加加热器,三号低加加热器的蒸汽疏水输送至二号低加加热器的疏水进口,关闭第三调节阀,打开第四调节阀,二号低加加热器的蒸汽疏水输送至一号低加加热器的疏水进口,一号低加加热器的蒸汽疏水输送至凝汽器;打开并调节第二调节阀和第五调节阀的开度,一号低加加热器输出的部分给水由给水再循环管输送至凝汽器;背压蝶阀具有快开功能,当汽轮机中压缸的排汽无法及时排出时,可利用背压蝶阀的快开功能实现汽轮机中压缸排汽的排出,防止汽轮机中压缸出现闷缸。打开第三截止阀,根据汽轮机低压缸的排汽温度来调节第六调节阀的开度,从而控制后缸喷水装置的喷水流量;当汽轮机低压缸的排汽温度 $T$ 为 $T \leq 45^{\circ}\text{C}$ 时,第六调节阀处于关闭状态;当汽轮机低压缸的排汽温度 $T$ 为 $T \geq 80^{\circ}\text{C}$ 时,第六调节阀处于全开状态;当汽轮机低压缸的排汽温度 $T$ 为 $45^{\circ}\text{C} < T < 80^{\circ}\text{C}$ 时,第六调节阀的开度 $f$ 与汽轮机低压缸排汽温度 $T$ 之间的函数为: $f = (T - 45) \div 35 \times 100\%$ 。其中:减温减压装置的减温水来源可以是除盐水、凝结水或锅炉补水。

[0015] 作为优选,机组在抽汽供热工况与背压供热工况之间切换时,先开启冷却蒸汽管,减温减压装置先不投减温水,逐步关闭抽凝蝶阀至机组抽汽供热时最小阀位处;再逐步关闭背压蝶阀,且减温减压装置投入减温水,通过减温减压装置控制冷却蒸汽的温度和压力,从而使得冷却蒸汽的温度满足汽轮机低压缸的冷却需求;当汽轮机中压缸的排汽无法及时排出时,还可以利用快开导汽旁路实现汽轮机中压缸排汽的排出,防止汽轮机中压缸出现闷缸。

[0016] 与现有技术相比,本发明具有以下优点和积极效果:(1)本发明设计合理,结构简单,性能可靠,可以根据汽轮机低压缸所需冷却蒸汽的压力和温度,有效的对冷却蒸汽先进行再冷却;再冷却后的冷却蒸汽,其温度更低,可以使得低压缸更好的得到冷却;(2)通过改变热网疏水与回热系统的连接方式,既实现了热能的梯级利用,又保证了低压缸不进汽时低压回热系统的凝结水量,提高了低压缸回热系统运行的安全性;(3)通过低压回热系统的给水再循环,提高了低压缸回热系统运行的安全性;(4)通过利用具有快开功能的背压蝶阀或设置快开导汽旁路,实现汽轮机中压缸排汽的排出,防止了汽轮机中压缸出现闷缸现象。

## 附图说明

[0017] 图1是本发明实施例的整体结构示意图。

[0018] 图2是本发明实施例的快开导汽旁路结构示意图。

[0019] 图3是本发明实施例的热网疏水连接方式结构示意图。

## 具体实施方式

[0020] 下面结合附图并通过实施例对本发明作进一步的详细说明,以下实施例是对本发

明的解释而本发明并不局限于以下实施例。

[0021] 参见图1,一种用于切除低压缸进汽的热电联产系统,包括汽轮机中压缸1、汽轮机低压缸2、凝汽器3、凝结水泵4、轴封加热器5、一号低加加热器6、二号低加加热器7、三号低加加热器8、疏水泵9、减温减压装置10、汽水分离装置11、流量测量装置12、热网加热器13和后缸喷水装置14;汽轮机中压缸1的排汽口通过连通管41与汽轮机低压缸2的进汽口连接,且在连通管41上沿着蒸汽流动方向依次安装有背压蝶阀21和抽凝蝶阀22;背压蝶阀21为无机械限位的阀门,当阀门全关时流体无泄漏;背压蝶阀21具有快开功能;抽凝蝶阀22为有机械限位的阀门,当阀门全关时流体仍可流通;汽轮机中压缸1的排汽口还通过冷却蒸汽管43与汽轮机低压缸2的进汽口连接,且在冷却蒸汽管43上沿着蒸汽流动方向依次安装有第一截止阀24、减温减压装置10、汽水分离装置11、流量测量装置12、第一调节阀25和第二截止阀26;减温减压装置10连接有减温水管44;汽水分离装置11的分离水出口通过分离水管45与凝汽器3连接;汽轮机低压缸2的排汽口与凝汽器3连接;凝汽器3与锅炉给水管52连接,在锅炉给水管52上沿着水流动方向依次安装有凝结水泵4、轴封加热器5、一号低加加热器6、二号低加加热器7和三号低加加热器8;一号低加加热器6的进汽口通过一号低加抽汽管47与汽轮机低压缸2的一号抽汽口连接,在一号低加抽汽管47上安装有第二闸阀28,第二闸阀28的蒸汽出口还连接有轴封漏汽管48;二号低加加热器7的进汽口通过二号低加抽汽管46与汽轮机低压缸2的二号抽汽口连接,且在二号低加抽汽管46上安装有第一闸阀27;三号低加加热器8的进汽口通过三号低加抽汽管49与汽轮机中压缸1的排汽口连接;热网加热器13的进汽口通过采暖抽汽管50与汽轮机中压缸1的排汽口连接,热网加热器13的疏水出口通过采暖疏水管51与三号低加加热器8的给水进口连接;三号低加加热器8的疏水出口通过三号回热疏水管53与二号低加加热器7的疏水进口连接;二号低加加热器7的疏水出口通过二号回热疏水管55与一号低加加热器6的疏水进口连接,且在二号回热疏水管55上安装有第四调节阀31;二号低加加热器7的疏水出口还通过二号回热疏水管54与二号低加加热器7的给水出口连接,且在二号回热疏水管54沿着水流动方向依次安装有第三调节阀30和疏水泵9;一号低加加热器6的疏水出口通过一号回热疏水管56与凝汽器3连接;二号低加加热器7的给水进口安装有第二调节阀29,第二调节阀29的给水进口通过给水再循环管57与凝汽器3连接,且在给水再循环管57上安装有第五调节阀32;汽轮机低压缸2还设置有后缸喷水装置14,后缸喷水装置14通过后缸喷水管58与凝结水泵4的出水口连接,且在后缸喷水管58上沿着水流动方向依次安装有第三截止阀33和第六调节阀34。

[0022] 参见图2,背压蝶阀21设置有快开导汽旁路42,在快开导汽旁路42上安装有快开蝶阀23;快开蝶阀23具有快开功能。

[0023] 参见图3,热网加热器13的疏水出口还通过采暖疏水管51与三号低加加热器8的三号回热疏水管53连接。

[0024] 一种如上所述的用于切除低压缸进汽的热电联产系统的调节方法,调节方法如下:

[0025] 在机组为抽汽供热工况运行时,关闭第一截止阀24和第二截止阀26,冷却蒸汽管43为关闭状态,冷却蒸汽系统不投入运行;

[0026] 此时,背压蝶阀21为全开状态,调节抽凝蝶阀22的开度,从而调节进入汽轮机低压缸2的汽轮机中压缸1排汽量;未进入汽轮机低压缸2的汽轮机中压缸1排汽分别进入热网加

热器13和三号低加加热器8,热网加热器13的蒸汽疏水输送至三号低加加热器8的给水进口或三号回热疏水管53;

[0027] 关闭第四调节阀31和第五调节阀32,打开第一闸阀27、第二闸阀28、第二调节阀29和第三调节阀30,给水再循环管57处于关闭状态,汽轮机低压缸2的低加抽汽分别进入一号低加加热器6和二号低加加热器7,轴封漏汽由轴封漏汽管48输送至一号低加加热器6,三号低加加热器8的蒸汽疏水输送至二号低加加热器7的疏水进口,二号低加加热器7的蒸汽疏水由疏水泵9输送至三号低加加热器8的给水进口,一号低加加热器6的蒸汽疏水输送至凝汽器3;

[0028] 打开第三截止阀33,根据汽轮机低压缸2的排汽温度来调节第六调节阀34的开度,从而控制后缸喷水装置14的喷水流量;当汽轮机低压缸2的排汽温度 $T$ 为 $T \leq 45^{\circ}\text{C}$ 时,第六调节阀34处于关闭状态;当汽轮机低压缸2的排汽温度 $T$ 为 $T \geq 80^{\circ}\text{C}$ 时,第六调节阀34处于全开状态;当汽轮机低压缸2的排汽温度 $T$ 为 $45^{\circ}\text{C} < T < 80^{\circ}\text{C}$ 时,第六调节阀34的开度 $f$ 与汽轮机低压缸2的排汽温度 $T$ 之间的函数为: $f = (T - 45) \div 35 \times 100\%$ 。

[0029] 在机组为背压供热工况运行时,打开第一截止阀24和第二截止阀26,冷却蒸汽管为开启状态,冷却蒸汽系统投入运行;

[0030] 此时,背压蝶阀21和抽凝蝶阀22为全关闭状态,汽轮机中压缸1的排汽不再进入汽轮机低压缸2做功,汽轮机中压缸1的全部排汽分别进入热网加热器13和三号低加加热器8,热网加热器13的蒸汽疏水输送至三号低加加热器8的给水进口或三号回热疏水管53;

[0031] 同时,一小股汽轮机中压缸1的排汽进入冷却蒸汽管43,先通过减温减压装置10进行减温和减压,减温减压装置10的减温水来源可以是除盐水、凝结水或锅炉补水,然后通过汽水分离装置11除去减温后蒸汽中的水分,分离出的水分由分离水管45输送至凝汽器3,分离后的蒸汽直接进入汽轮机低压缸2,对汽轮机低压缸2进行冷却,根据流量测量装置12的测量值来调节第一调节阀25的开度,保证流量测量装置12显示的冷却蒸汽流量满足汽轮机低压缸2的冷却需求;

[0032] 关闭第一闸阀27和第二闸阀28,只有轴封漏汽由轴封漏汽管48输送至一号低加加热器6,三号低加加热器8的蒸汽疏水输送至二号低加加热器7的疏水进口,关闭第三调节阀30,打开第四调节阀31,二号低加加热器7的蒸汽疏水输送至一号低加加热器6的疏水进口,一号低加加热器6的蒸汽疏水输送至凝汽器3;打开并调节第二调节阀29、第五调节阀32的开度,一号低加加热器6输出的部分给水由给水再循环管57输送至凝汽器3;

[0033] 背压蝶阀21具有快开功能,当汽轮机中压缸1的排汽无法及时排出时,可利用背压蝶阀21的快开功能实现汽轮机中压缸1排汽的排出,防止汽轮机中压缸1出现闷缸;

[0034] 打开第三截止阀33,根据汽轮机低压缸2的排汽温度来调节第六调节阀34的开度,从而控制后缸喷水装置14的喷水流量;当汽轮机低压缸2的排汽温度 $T$ 为 $T \leq 45^{\circ}\text{C}$ 时,第六调节阀34处于关闭状态;当汽轮机低压缸2的排汽温度 $T$ 为 $T \geq 80^{\circ}\text{C}$ 时,第六调节阀34处于全开状态;当汽轮机低压缸2的排汽温度 $T$ 为 $45^{\circ}\text{C} < T < 80^{\circ}\text{C}$ 时,第六调节阀34的开度 $f$ 与汽轮机低压缸2排汽温度 $T$ 之间的函数为: $f = (T - 45) \div 35 \times 100\%$ 。

[0035] 在本实施例中,进行不同工况之间调节时,特别是机组在抽汽供热工况与背压供热工况之间切换时,先开启冷却蒸汽管43,减温减压装置10先不投减温水,逐步关闭抽凝蝶阀22至机组抽汽供热时最小阀位处;再逐步关闭背压蝶阀21,且减温减压装置10投入减温

水,通过减温减压装置10控制冷却蒸汽的温度和压力,从而使得冷却蒸汽的温度满足汽轮机低压缸2的冷却需求。

[0036] 另外,当汽轮机中压缸1的排汽无法及时排出时,还可以利用快开导汽旁路42实现汽轮机中压缸1排汽的排出,防止汽轮机中压缸1出现闷缸。

[0037] 此外,需要说明的是,本说明书中所描述的具体实施例,其零、部件的形状、所取名称等可以不同,本说明书中所描述的以上内容仅仅是对本发明结构所作的举例说明。凡依据本发明专利构思的构造、特征及原理所做的等效变化或者简单变化,均包括于本发明专利的保护范围内。本发明所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,只要不偏离本发明的结构或者超越本权利要求书所定义的范围,均应属于本发明的保护范围。



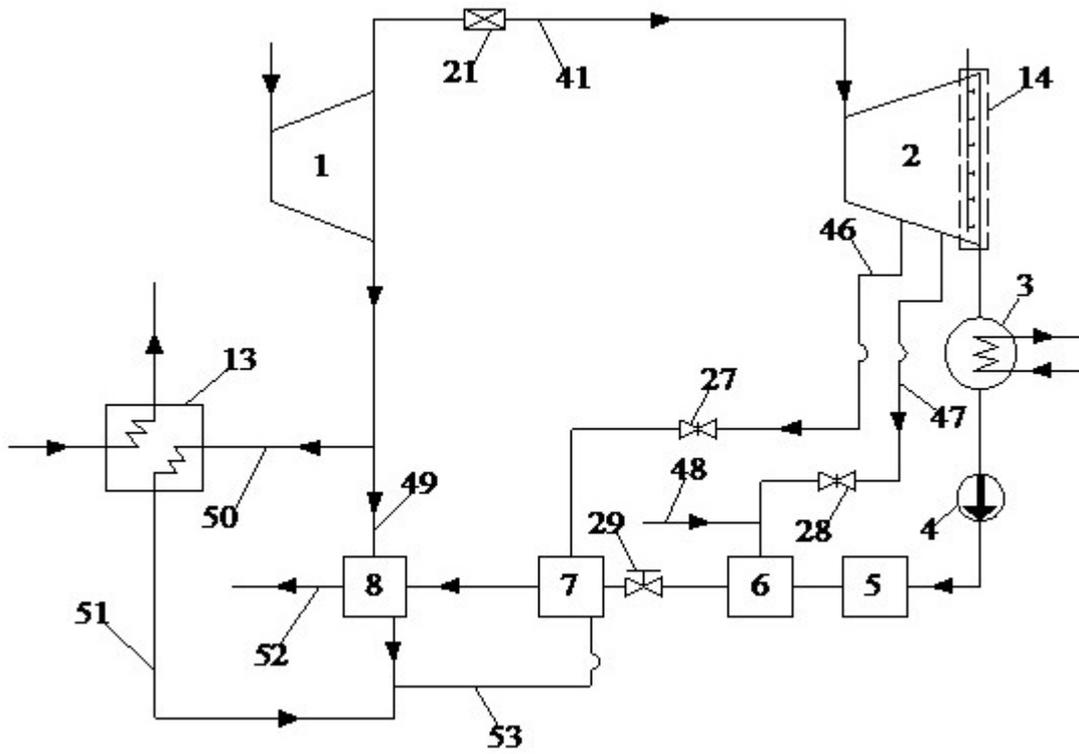


图3