



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106016230 B

(45)授权公告日 2017. 12. 19

(21)申请号 201610496562.9

(22)申请日 2016.06.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106016230 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(73)专利权人 西安热工研究院有限公司

地址 710032 陕西省西安市碑林区兴庆路  
136号

(72)发明人 马晓珑 孟颖琪 张亚夫 高景辉

王红雨 赵晖 刘超 辛军放

令彤 赵景涛 党小建 伍刚

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任

公司 61200

代理人 闵岳峰

(51)Int.Cl.

F22B 35/12(2006.01)

F22B 37/00(2006.01)

F22B 37/22(2006.01)

F22D 1/50(2006.01)

(56)对比文件

CN 205717153 U,2016.11.23,权利要求1-

4.

CN 102650424 A,2012.08.29,全文.

CN 103953915 A,2014.07.30,全文.

JP H0735301 A,1995.02.07,全文.

审查员 朱洋洋

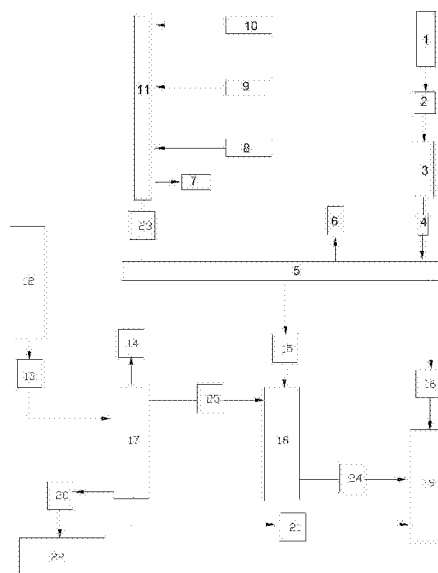
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种直流锅炉启动系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种直流锅炉启动系统及方法,该系统包括分离器储水箱、压力扩容器、高压加热器、除氧器、锅炉侧辅汽联箱、汽机侧辅汽联箱、锅炉再热器及机组排水槽;其中,分离器储水箱的出口连接压力扩容器的入口,压力扩容器有两路蒸汽出口,一路排大气,一路排往高压加热器汽侧。压力扩容器有两路水出口,一路排往除氧器,一路排往机组排水槽。从锅炉再热器向锅炉侧辅汽联箱供汽,锅炉侧辅汽联箱和汽机侧辅汽联箱联通。该方法通过压力扩容器回收了直流锅炉启动疏水的水量和热量,提高了锅炉给水的温度。通过锅炉再热器向锅炉辅汽联箱供汽,减少了机组启动对外部蒸汽的依赖性,减少了通过旁路排往凝汽器的蒸汽,有节能和节约成本的效果。



CN 106016230 B

1. 一种直流锅炉启动系统,其特征在于:包括分离器储水箱(12)、压力扩容器(17)、高压加热器汽侧(18)、除氧器(19)、锅炉侧辅汽联箱(5)及机组排水槽(22);其中,

分离器储水箱(12)的出口连接压力扩容器(17)的入口,压力扩容器(17)的第一出口连接大气排放阀(14),压力扩容器(17)的第二出口连接高压加热器汽侧(18)的第一入口,压力扩容器(17)的第三出口连接除氧器(19)的第一入口,压力扩容器(17)的第四出口连接机组排水槽(22)的入口,锅炉侧辅汽联箱(5)的第一出口连接在高压加热器汽侧(18)的第二入口,高压加热器汽侧(18)的出口连接在除氧器(19)的第二入口,锅炉侧辅汽联箱(5)的第三出口连接除氧器(19)的第三入口;

分离器储水箱(12)的出口连接压力扩容器(17)的入口的管路上设置有分离器储水箱水位控制阀(13),压力扩容器(17)的第二出口连接高压加热器汽侧(18)的第一入口的管路上设置有压力扩容器压力调节阀(25),压力扩容器(17)的第三出口连接除氧器(19)的第一入口的管路上设置有压力扩容器第一水位调节阀(21),压力扩容器(17)的第四出口连接机组排水槽(22)的入口官道上设置有压力扩容器第二水位调节阀(20),锅炉侧辅汽联箱(5)的第三出口连接除氧器(19)的第三入口的管道上设置有除氧器供汽调节阀(16),锅炉侧辅汽联箱(5)的第一出口连接在高压加热器汽侧(18)的第二入口的管道上设置有高压加热器供汽调节阀(15),高压加热器汽侧(18)的出口连接在除氧器(19)的第二入口管道上设置有高压加热器水位调节阀(24);

还包括锅炉再热器(1)、第一减温减压阀(2)、锅炉本体吹灰蒸汽母管(3)、第二减温减压阀(4)和汽机侧辅汽联箱(11);其中,

锅炉再热器(1)的出口通过第一减温减压阀(2)连接在锅炉本体吹灰蒸汽母管(3)的入口,锅炉本体吹灰蒸汽母管(3)的出口通过第二减温减压阀(4)连接在锅炉侧辅汽联箱(5)的第二入口,锅炉侧辅汽联箱(5)与汽机侧辅汽联箱(11)通过双向调节阀(23)联通。

2. 根据权利要求1所述的一种直流锅炉启动系统,其特征在于:还包括锅炉侧蒸汽用户(6)、汽机侧蒸汽用户(7)、四段抽汽供辅汽母管(8)、冷段再热汽供辅汽管道(9)以及外部蒸汽供辅汽管道(10);其中,

锅炉侧蒸汽用户(6)连接在锅炉侧辅汽联箱(5)的第二出口;汽机侧蒸汽用户(7)连接在汽机侧辅汽联箱(11)的出口;汽机侧辅汽联箱(11)的第一至第三入口分别连接在四段抽汽供辅汽母管(8)、冷段再热汽供辅汽管道(9)以及外部蒸汽供辅汽管道(10)上。

3. 一种直流锅炉启动方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 直流锅炉在启动初期,先通过外部蒸汽供辅汽管道(10)向汽机侧辅汽联箱(11)供汽,再通过双向调节阀(23)向锅炉侧辅汽联箱(5)供汽,锅炉侧蒸汽用户(6)从锅炉侧辅汽联箱(5)取汽,汽机侧蒸汽用户(7)从汽机侧辅汽联箱(11)取汽;

2) 直流锅炉在冲洗阶段,从分离器储水箱(12)排出的水,通过分离器储水箱水位控制阀(13)进入压力扩容器(17),并通过分离器储水箱水位控制阀(13)控制分离器储水箱(12)在正常水位运行,化验从压力扩容器(17)排出的水,如果水质合格,将压力扩容器(17)中的水通过压力扩容器第一水位调节阀(21)排往除氧器(19),如果水质不合格,将压力扩容器(17)中的水通过压力扩容器第二水位调节阀(20)排往机组排水槽(22);

3) 直流锅炉在点火后,从分离器储水箱(12)排出的水,通过分离器储水箱水位控制阀(13)进入压力扩容器(17)后,就会产生一些蒸汽,如果蒸汽品质合格,将压力扩容器(17)中

的汽通过压力扩容器压力调节阀(25)排往高压加热器汽侧(18),如果蒸汽品质不合格,将压力扩容器(17)中的汽通过大气排放阀(14)排往大气,在此过程中通过压力扩容器压力调节阀(25)或大气排放阀(14)调节压力扩容器(17)的压力略高于除氧器(19)的压力,以使压力扩容器(17)中的水能够顺利排往除氧器(19);

4) 在直流锅炉再热器压力高于外部蒸汽压力后,将锅炉再热器(1)中的蒸汽通过第一减温减压阀(2)导入锅炉本体吹灰蒸汽母管(3),再通过第二减温减压阀(4)导入锅炉侧辅汽联箱(5),逐步增大从锅炉再热器(1)向锅炉侧辅汽联箱(5)的供汽,减少从汽机侧辅汽联箱(11)向锅炉侧辅汽联箱(5)的供汽,减少外部蒸汽的使用量,当从锅炉再热器(1)向锅炉侧辅汽联箱(5)的供汽足够多时,锅炉侧辅汽联箱(5)通过双向调节阀(23)向汽机侧辅汽联箱(11)供汽,停止使用外部蒸汽;

5) 在直流锅炉启动过程中,停止使用外部蒸汽后,使用再热蒸汽向锅炉侧辅汽联箱(5)和汽机侧辅汽联箱(11)供汽,以减少蒸汽通过旁路派往凝汽器,并加大从锅炉侧辅汽联箱(5)向除氧器(19)及高压加热器汽侧(18)的供汽,来提高给水温度,加快机组启动速度;

6) 在直流锅炉转干态运行后,压力扩容器(17)被隔离运行,当四段抽汽或冷段再热汽的压力高于汽机侧辅汽联箱(11)的压力后,汽机侧辅汽联箱(11)和锅炉侧辅汽联箱(5)的蒸汽切换为四段抽汽或冷段再热汽供汽,从锅炉本体吹灰蒸汽母管(3)向锅炉侧辅汽联箱(5)的供汽被切除。

4. 根据权利要求3所述的一种直流锅炉启动方法,其特征在于,步骤2)中,通过压力扩容器第一水位调节阀(21)或压力扩容器第二水位调节阀(20)控制压力扩容器(17)在正常水位运行。

## 一种直流锅炉启动系统及方法

### 技术领域：

[0001] 本发明属于电力技术领域，具体涉及一种直流锅炉启动系统及方法。

### 背景技术：

[0002] 电站机组在启动初期及停机阶段需要一定量的蒸汽，这些蒸汽主要供轴封、汽动给水泵汽源、除氧器加热、空预器吹灰、暖风器等。目前这些蒸汽是由邻机或启动锅炉提供的。这些由邻机或启动锅炉提供的蒸汽统称为外部蒸汽。外部蒸汽供汽一般送至本机的辅汽联箱，本机用汽根据需从辅汽联箱取用。

[0003] 目前常规设计的辅汽联箱汽源除了外部汽源外，还从机组四段抽汽或冷段再热器接取汽源。在机组负荷升高到足够大（一般要求四段抽汽或冷段再热汽压力大于0.7Mpa）后，辅汽联箱的汽源才能够从外部汽源切换至本机汽源，这个过程简称为汽源切换。

[0004] 从本机锅炉点火到完成汽源切换，正常运行机组一般需要至少8小时左右的时间。对于新建机组，锅炉点火吹管阶段、空负荷阶段、带负荷阶段的初期都需要外部汽源供汽，对于试运比较顺利的机组，使用外部汽源的时间至少需要150个小时，试运不顺利的机组需要时间会更长。

[0005] 外部汽源来自邻机，机组启动、停止过程需要受制于邻机带负荷情况。外部汽源来自启动锅炉，需要启动锅炉陪着较长时间的运行。由于启动锅炉设计不是长期运行，相应的环保设施一般都不会很完善，启动锅炉运行过程中，污染比较严重。目前启动锅炉大多数为燃油锅炉，长时间运行费用也比较高。

[0006] 机组启动阶段使用蒸汽量都比较大，对于没有电动给水泵的机组、采用汽动风机的机组、厂房需要供暖的机组启动用汽量更大，外部供汽经常不能满足要求。采用邻机供汽，如果邻机负荷较低，能够提供的蒸汽量和蒸汽参数很难满足启动用汽的需求。采用启动锅炉供汽，如果启动锅炉完全按照最大量用汽设计，会增加机组建设费用。

[0007] 在机组停机过程中，需要外部汽源恢复供给。如果事故状况突然停机，外部汽源不能及时供给（启动锅炉启动需要时间，邻机供汽暖管需要时间），跳机后四段抽汽的汽源会立即丧失，冷段再热器的汽源有限，辅汽丧失会使事故进一步扩大。汽动引风机，汽动给水泵丧失汽源后会跳闸，再次启动需要较长时间，从而会延长机组再次恢复启动的时间。

[0008] 电站直流锅炉在转干态之前，启动分离器会分离出来一部分饱和水，这些饱和水储存在分离器的储水箱内，这些分离出来的水称为直流锅炉启动疏水。目前启动疏水的排出主要有以下几种途径。

[0009] 第一种是利用炉水循环泵将启动疏水水回收至锅炉省煤器入口。这种方法主要存在以下不足：

[0010] (1) 启动系统在工作过程中，炉水循环泵的工质有较高的温度和压力，对炉水循环泵质量要求较高，目前我们国内的超（超）临界锅炉的炉水循环泵主要靠进口。进口炉水循环泵费用较高而且订货周期较长，目前火力发电发展迅速，炉水循环泵供货往往不能满足电厂建设的需要。

[0011] (2) 炉水循环泵电机腔室的冷却水水质要求很高,在很多电厂都发生过由于电机腔室内滤网堵塞,致使炉水泵电机温度高而不得不停炉检修。

[0012] (3) 炉水循环泵对冷却水的可靠性要求很高,在一些电厂曾经发生过由于电机腔室冷却水泄露,炉内的高温水进入炉水循环泵电机腔室,使得炉水循环泵电机线圈烧毁,不得不停炉检修。

[0013] (4) 炉水循环泵的检修比较麻烦。由于炉水循环泵主要靠进口,很多设备供应商提出的检修条件比较苛刻,电厂很难达到检修要求。曾经有电厂由于电机腔室滤网堵塞,而将整台炉水泵空运返厂清理滤网,历时1个月,费用浪费巨大。

[0014] 第二种方法是将启动疏水排放至大气扩容器。这种方法主要存在以下不足:

[0015] (1) 直流锅炉的启动疏水是饱和的高压水,经过大气扩容器扩容后,一部分通过大气扩容器的排汽排入空中,能够回收的一部分水也只能是常压下的饱和水,造成了水量和热量的浪费。

[0016] (2) 排入空中的水蒸汽凝结后落在周围环境中,对周围环境造成了污染。

[0017] (3) 大气扩容器中的饱和水如果水质合格,需要排放至凝汽器中,但由于回收水温度高,进入凝汽器后,提高了凝结水温度,会降低机组的效率,另外也会影响到凝结水精处理的安全运行。

[0018] (4) 大气扩容器内的水要通过疏水泵打入凝汽器中,增加了投资。

[0019] (5) 凝汽器与大气扩容器相连,由于阀门内漏等原因,影响了凝汽器真空,降低了机组运行的效率,甚至影响到了机组的安全运行。

[0020] (6) 大气扩容器不是封闭的,空气中的灰尘不可避免会进入大气扩容器中,增加了启动疏水的二次污染。如果污染的水进入凝汽器中,就会污染热力系统。

[0021] 电站启动时,在锅炉点火升温升压尚未冲转阶段,锅炉产生的蒸汽必须通过旁路排入凝汽器。在冲转及低负荷阶段,仍有部分蒸汽需要通过汽轮机旁路排入凝汽器。

[0022] 蒸汽排入凝汽器主要存在以下不足:

[0023] (1) 排入凝汽器的蒸汽,其热量无法被利用,是能量的浪费;

[0024] (2) 蒸汽排入凝汽器,提高了凝结水的温度,降低了汽轮机的效率;

[0025] (3) 凝结水的温度过高会影响精处理的运行,很多电厂都发生过在启动初期由于凝结水温度过高而使得精处理无法正常投运;

[0026] 蒸汽进入凝汽器变成凝结水后,还要利用凝结水泵打入除氧器,增加了凝结水泵的耗功。

#### 发明内容:

[0027] 本发明的目的在于针对目前机组启动阶段一方面要大量使用外部蒸汽,另外自身机组产生的蒸汽及高温高压的饱和水无法使用的问题,提供了一种直流锅炉启动系统及方法。

[0028] 为达到上述目的,本发明采用如下技术方案来实现的:

[0029] 一种直流锅炉启动系统,包括分离器储水箱、压力扩容器、高压加热器汽侧、除氧器、锅炉侧辅汽联箱及机组排水槽;其中,

[0030] 分离器储水箱的出口连接压力扩容器的入口,压力扩容器的第一出口连接大气排

放阀,压力扩容器的第二出口连接高压加热器汽侧的第一入口,压力扩容器的第三出口连接除氧器的第一入口,压力扩容器的第四出口连接机组排水槽的入口,锅炉侧辅汽联箱的第一出口连接在高压加热器汽侧的第二入口,高压加热器汽侧的出口连接在除氧器的第二入口,锅炉侧辅汽联箱的第三出口连接除氧器的第三入口。

[0031] 本发明进一步的改进在于,分离器储水箱的出口连接压力扩容器的入口的管路上设置有分离器储水箱水位控制阀,压力扩容器的第二出口连接高压加热器汽侧的第一入口的管路上设置有压力扩容器压力调节阀,压力扩容器的第三出口连接除氧器的第一入口的管路上设置有压力扩容器第一水位调节阀,压力扩容器的第四出口连接机组排水槽的入口官道上设置有压力扩容器第二水位调节阀,锅炉侧辅汽联箱的第三出口连接除氧器的第三入口的管道上设置有除氧器供汽调节阀,锅炉侧辅汽联箱的第一出口连接在高压加热器汽侧的第二入口的管道上设置有高压加热器供汽调节阀,高压加热器汽侧的出口连接在除氧器的第二入口管道上设置有高压加热器水位调节阀。

[0032] 本发明进一步的改进在于,还包括锅炉再热器、第一减温减压阀、锅炉本体吹灰蒸汽母管、第二减温减压阀和汽机侧辅汽联箱;其中,

[0033] 锅炉再热器的出口通过第一减温减压阀连接在锅炉本体吹灰蒸汽母管的入口,锅炉本体吹灰蒸汽母管的出口通过第二减温减压阀连接在锅炉侧辅汽联箱的第二入口,锅炉侧辅汽联箱与汽机侧辅汽联箱通过双向调节阀联通。

[0034] 本发明进一步的改进在于,还包括锅炉侧蒸汽用户、汽机侧蒸汽用户、四段抽汽供辅汽母管、冷段再热汽供辅汽管道以及外部蒸汽供辅汽管道;其中,

[0035] 锅炉侧蒸汽用户连接在锅炉侧辅汽联箱的第二出口;汽机侧蒸汽用户连接在汽机侧辅汽联箱的出口;汽机侧辅汽联箱的第一至第三入口分别连接在四段抽汽供辅汽母管、冷段再热汽供辅汽管道以及外部蒸汽供辅汽管道上。

[0036] 一种直流锅炉启动方法,包括以下步骤:

[0037] 1) 直流锅炉在启动初期,先通过外部蒸汽供辅汽管道向汽机侧辅汽联箱供汽,再通过双向调节阀向锅炉侧辅汽联箱供汽,锅炉侧蒸汽用户从锅炉侧辅汽联箱取汽,汽机侧蒸汽用户从汽机侧辅汽联箱取汽;

[0038] 2) 直流锅炉在冲洗阶段,从分离器储水箱排出的水,通过分离器储水箱水位控制阀进入压力扩容器,并通过分离器储水箱水位控制阀控制分离器储水箱在正常水位运行,化验从压力扩容器排出的水,如果水质合格,将压力扩容器中的水通过压力扩容器第一水位调节阀排往除氧器,如果水质不合格,将压力扩容器中的水通过压力扩容器第二水位调节阀排往机组排水槽;

[0039] 3) 直流锅炉在点火后,从分离器储水箱排出的水,通过分离器储水箱水位控制阀进入压力扩容器后,就会产生一些蒸汽,如果蒸汽品质合格,将压力扩容器中的汽通过压力扩容器压力调节阀排往高压加热器汽侧,如果蒸汽品质不合格,将压力扩容器中的汽通过大气排放阀排往大气,在此过程中通过压力扩容器压力调节阀或大气排放阀调节压力扩容器的压力略高于除氧器的压力,以使压力扩容器中的水能够顺利排往除氧器;

[0040] 4) 在直流锅炉再热器压力高于外部蒸汽压力后,将锅炉再热器中的蒸汽通过第一减温减压阀导入锅炉本体吹灰蒸汽母管,再通过第二减温减压阀导入锅炉侧辅汽联箱,逐步增大从锅炉再热器向锅炉侧辅汽联箱的供汽,减少从汽机侧辅汽联箱向锅炉侧辅汽联箱

的供汽,减少外部蒸汽的使用量,当从锅炉再热器向锅炉侧辅汽联箱的供汽足够多时,锅炉侧辅汽联箱通过双向调节阀向汽机侧辅汽联箱供汽,停止使用外部蒸汽;

[0041] 5) 在直流锅炉启动过程中,停止使用外部蒸汽后,使用再热蒸汽向锅炉侧辅汽联箱和汽机侧辅汽联箱供汽,以减少蒸汽通过旁路派往凝汽器,并加大从锅炉侧辅汽联箱向除氧器及高压加热器汽侧的供汽,来提高给水温度,加快机组启动速度;

[0042] 6) 在直流锅炉转干态运行后,压力扩容器被隔离运行,当四段抽汽或冷段再热汽的压力高于汽机侧辅汽联箱的压力后,汽机侧辅汽联箱和锅炉侧辅汽联箱的蒸汽切换为四段抽汽或冷段再热汽供汽,从锅炉本体吹灰蒸汽母管向锅炉侧辅汽联箱的供汽被切除。

[0043] 本发明进一步的改进在于,步骤2)中,通过压力扩容器第一水位调节阀或压力扩容器第二水位调节阀控制压力扩容器在正常水位运行。

[0044] 与现有技术相比,本发明具有如下的优点:

[0045] 本发明提供一种直流锅炉启动系统。该系统是目前通常使用的系统和方法比起来有以下几方面明显的优点:

[0046] 采用非能动的方法回收了直流锅炉启动疏水。a不采用大气疏水扩容器,克服了大气疏水扩容器回收疏水所存在的缺点;b不需要采用炉水循环泵,解决了炉水循环泵回收启动疏水所存在的问题;c直流锅炉启动疏水利用压力扩容器扩容降压,扩容降压后产生的饱和水和饱和蒸汽自身也有一定的压力,利用该压力可以将水和蒸汽分别回收至除氧器、辅汽联箱中,不需要额外的动力,不需要额外消耗能量,有节能的功效;d回收过程中不需要额外的降温措施,启动疏水的能量没有损失,有降耗的功效;e没有向周围环境扩散蒸汽,有节水、降耗、减少污染的功效;

[0047] 本发明提供了一种直流锅炉启动方法,有如下优点:(1)通过锅炉再热器向锅炉辅汽联箱供汽,锅炉再热蒸汽参数在点火后1小时左右就能够接近于辅汽参数,此时本机锅炉就可以向辅汽联箱供汽,从而减少了机组启动对外部蒸汽的依赖性,缩短了使用外部蒸汽的时间,也节约了运行费用。(2)本机锅炉供汽不论从流量上还是压力上均能满足机组启动要求。(3)锅炉侧辅汽联箱通过减温减压器与锅炉本体吹灰母管相连,锅炉本体吹灰母管额定运行压力一般为2MPa左右,新增的联箱、管道、阀门等压力等级比较低,费用也比较便宜。(4)锅炉侧用汽从位于锅炉侧的联箱上取用,汽机侧用汽从汽机侧辅汽联箱上取用,减少了管道使用量(相对于锅炉侧用汽从汽机侧辅汽联箱上取用),节约了投资成本。(5)采用自身供汽的系统设计后,启动锅炉的容量和可靠性在设计时就可以降低,从而节约投资。(6)在机组突然跳机后,锅炉余压可以立即为辅汽供汽,为辅汽外部汽源的恢复供给提供了时间,从而可以避免事故因辅汽丧失而进一步扩大,并缩短机组恢复启动运行的时间。

[0048] 在汽轮机冲转前,锅炉产生的蒸汽是要通过汽轮机旁路排往凝汽器的,排往凝汽器的蒸汽热量是无法利用的,通过锅炉辅汽联箱,使用了再热蒸汽,减少了再热蒸汽排往凝汽器。(1)直接回收了旁路蒸汽的热量,具有节能效果;(2)降低了启动阶段凝结水的温度,提高了汽轮机的效率;(3)降低了启动阶段凝结水的温度,对精处理系统的安全运行有利;(4)减少了凝泵的出力,具有节能效果;(5)机组的高压加热器的加热汽源为汽轮机抽汽,现有技术,在启动阶段高压加热器的汽侧无法投用,而本发明在启动阶段引入蒸汽进入高加汽侧,使得高加在低负荷情况下即可投运,在直流锅炉转干态后便不需要回收疏水了,高压加热器此时可以正常投用,巧妙地利用了高加的空档期,提高了机组设备的使用效率,降低

了机组造价,有减少投资的功效;(6)在启动初期,给水的温度主要靠除氧器加热,除氧器的加热汽源一般为辅汽,而辅汽的汽量有限,因此给水温度一般很难提高,而该方法回收了大量高温的锅炉启动疏水,提高了除氧器给水的温度。同时由于高加的投入进一步加热了锅炉给水,使得给水温度显著提高;(7)随着给水温度的提高,进而提高了锅炉省煤器、蒸发受热面和炉膛温度,对锅炉启动初期燃烧有利,有利于锅炉的安全运行,同时节约了燃料。

#### 附图说明:

[0049] 图1为本发明一种直流锅炉启动系统的结构框图。

[0050] 图中:1为锅炉再热器,2为第一减温减压阀,3为锅炉本体吹灰蒸汽母管,4为第二减温减压阀,5为锅炉侧辅汽联箱,6为锅炉侧蒸汽用户,7为汽机侧蒸汽用户,8为四段抽汽供辅汽母管,9为冷段再热汽供辅汽管道,10为外部蒸汽供辅汽管道,11为汽机侧辅汽联箱,12为分离器储水箱,13为分离器储水箱水位控制阀,14为大气排放阀,15为高压加热器供汽调节阀,16为除氧器供汽调节阀,17为压力扩容器,18为高压加热器汽侧,19为除氧器,20为压力扩容器第二水位调节阀,21为压力扩容器第一水位调节阀,22为机组排水槽,23为双向调节阀,24为高压加热器水位调节阀,25为压力扩容器压力调节阀。

#### 具体实施方式:

[0051] 本发明一种直流锅炉启动方法,具体包括如下步骤:

[0052] 在火力发电机组直流锅炉的361阀后接一个压力扩容器;

[0053] 在压力扩容器上部引出两路蒸汽管道,一路通往高压加热器汽侧,一路排大气;

[0054] 在压力扩容器下部引出两路水管路,一路通往除氧器上水管道上,一路通往机组排水槽;

[0055] 机组启动过程中,水质不合格时,水通过压力扩容器排至机组排水槽,水质合格后回收至除氧器;

[0056] 压力扩容器水位通过底部放水阀控制,控制最高水位不影响进入压力扩容器的饱和水的扩容、分离。在任何情况下,当底部放水阀全开时,压力扩容器水位不应高于最高水位。

[0057] 压力扩容器的压力通过顶部排汽阀控制,控制压力扩容器压力略高于辅汽压力和除氧器压力即可。在任何情况下,当顶部排气阀全开时,压力扩容器压力不应高于2MPa。

[0058] 锅炉侧辅汽联箱汽源有两路,第一路为经减温减压的锅炉吹灰蒸汽,第二路为汽机侧辅汽联箱。锅炉侧辅汽联箱和汽机侧辅汽联箱可以相互供汽。锅炉吹灰蒸汽为锅炉再热蒸汽减温减压的蒸汽。

[0059] 锅炉侧辅汽联箱的用户为等离子暖风器、空预器吹灰、除氧器、高加加热蒸汽、汽动风机汽源、灰斗加热,燃油雾化蒸汽、燃油吹扫蒸汽、厂房采暖蒸汽等。

[0060] 下面以某电厂660MW超临界机组直流锅炉启动系统和方法为例,说明该发明的具体实施方式。

[0061] 根据锅炉设计参数确定直流锅炉干湿态转换时锅炉给水流量为520t/h、分离器出口蒸汽压力10MPa、温度310℃;

[0062] 根据机组设计参数,确定机组最大负荷工况时除氧器的供汽流量为182t/h、压力



1.1MPa、温度355℃；

[0063] 根据机组设计参数,确定机组最大负荷工况时1号高加至2号高加汽侧疏水的流量为142t/h、压力为7.2MPa、温度为263℃；

[0064] 根据机组设计参数,确定机组最大负荷工况时2号高加3号高加汽侧疏水的流量310t/h、压力4.7MPa、温度220℃；

[0065] 根据机组设计参数,确定机组最大负荷工况时3号高加至除氧器疏水的流量396t/h、压力2.26MPa、温度189℃；

[0066] 根据锅炉设计参数确定直流锅炉在不同压力下分离器出口蒸汽流量、储水箱饱和水流量。计算将不同压力下(高于2MPa)的饱和水等焓扩容降压至2.0MPa压力所需要扩容的倍数。计算结果见表1:

[0067] 表1饱和水扩容计算结果汇总

[0068]

启动分离器水箱压力	3	4	5	6	7	8	9	1
-----------	---	---	---	---	---	---	---	---

[0069]

(MPa)								0
直流锅炉主汽流量(t/h)	157	210	265	320	370	420	470	520
启动疏水流量(t/h)	363	310	255	200	150	100	50	0
启动疏水饱和水容积(km <sup>3</sup> /h)	0.443	0.387	0.329	0.264	0.202	0.138	0.071	0
压力扩容器内压力(MPa)	2	2	2	2	2	2	2	2
压力扩容器内水流量(t/h)	344	281	222	168	122	78	38	0
压力扩容器内汽流量(t/h)	19	29	33	32	28	22	12	0
饱和水容积(km <sup>3</sup> /h)	0.385	0.3	0.228	0.166	0.116	0.073	0.034	0
汽容积(km <sup>3</sup> /h)	0.098	0.298	0.429	0.522	0.539	0.464	0.287	0
压力扩容器容积(km <sup>3</sup> /h)	0.483	0.578	0.657	0.688	0.655	0.537	0.321	0
扩容倍数	1.09	1.49	2	2.61	3.23	3.89	4.52	0

[0070] 由上表可以看出在启动分离器压力为6MPa时,需要的压力扩容器容积最大,此时的扩容倍数为2.61。压力越高,需要扩容的倍数越大,但由于压力增高后,启动疏水量减少,需要扩容的容积反而减小。

[0071] 选取压力扩容器的通流面积为分离器水箱排水管通流面积的5倍,容积为11m<sup>3</sup>(即1分钟的最大容积),来设计压力扩容器。

[0072] 汽水分离器储水箱排水经361阀后接入压力扩容器。压力扩容器排水一路接至除氧器给水管道上,计该流量为520t/h。一路接至机组排水槽,计该流量为520t/h。压力扩容器有两路排汽,一路排汽为大气,计该流量为40t/h,一路排汽进入高压加热器汽侧,计该流量为40t/h。在压力扩容器至除氧器、辅助蒸汽联箱的管道上设计调节阀,用它来调节进入

除氧器的水和进入辅汽联箱的蒸汽流量,进一步来控制压力扩容器的水位和压力。

[0073] 该压力扩容器要考虑10Mpa压力的水进入的消能措施,要有安全门、温度、压力、水位测点;压力扩容器其它未提及的设计因素要符合电力压力容器及管道的设计标准。

[0074] 机组启动过程中,水质不合格时,水通过压力扩容器排至机组排水槽;合格的水通过压力扩容器进入除氧器;压力扩容器排汽的品质不合格时,通过排气阀排入大气;压力扩容器排汽品质合格时,将压力扩容器内的排汽排入高压加热器汽侧来加热给水。

[0075] 在主锅炉点火前,启动锅炉的供汽仅需维持汽轮机轴封、除氧器加热、等离子暖风器、空预器吹灰在低负荷情况下的用汽即可,此时可以维持锅炉侧辅汽联箱压力0.5MPa左右。

[0076] 主锅炉点火后,大约40分钟,分离器压力大于0.8MPa,此时可以维持压力扩容器压力0.6MPa,压力扩容器的排水进入除氧器,压力扩容器的蒸汽排入高压加热器的汽侧,用来加热给水。由于启动分离器的水回收到了除氧器,除氧器的温度可达到100℃以上,凝结水泵只需要小流量给除氧器补水。由于高加投入,高加出口水温度可以达到150℃以上。

[0077] 点火后大约80分钟左右,锅炉再热蒸汽压力达到0.8Mpa左右,温度达到210℃左右,此时锅炉再热器可以向锅炉侧辅汽联箱供汽,进而反送至汽机侧辅汽联箱,启动锅炉可以逐步减少直至退出。点火后大约150分钟,再热蒸汽压力达到2MPa,温度达到300℃,此时辅汽由本机锅炉供给,辅汽的压力、流量、温度均可以得到保证,可以很顺利地在本机汽轮机冲转前进行汽动给水泵冲转等需要辅汽的工作,为机组并网后能迅速带大负荷做好准备。

[0078] 在点火后大约320分钟,机组并网。380分钟后,转干态运行,锅炉启动系统退出运行。随着负荷升高,点火后大约480分钟,四段抽汽的压力超过辅汽压力后,辅汽汽源切换至四段抽汽,本机锅炉供辅汽仅留少量蒸汽,以保证供汽管道处于热备用状态。

[0079] 按照这种设计,仅需要配备一台20t/h的启动锅炉,而常规设计则需要配备一台35t/h的启动锅炉。

[0080] 在机组建设阶段,锅炉吹管、空负荷、带负荷试运的过程中,每次主锅炉点火后1个小时左右,辅汽由本机主锅炉供应,启动锅炉即可退出,启动锅炉运行时间比常规设计少运行了至少150小时,节约燃油300多吨。

[0081] 机组正常运行后,冷态启动时,启动锅炉少运行8小时,节约燃油16吨左右。温态和热态启动过程中,如果主蒸汽压力大于1Mpa,可以不用启动启动锅炉,直接利用本机蒸汽锅炉点火,每次启动锅炉少运行5小时左右,节约燃油10吨左右。

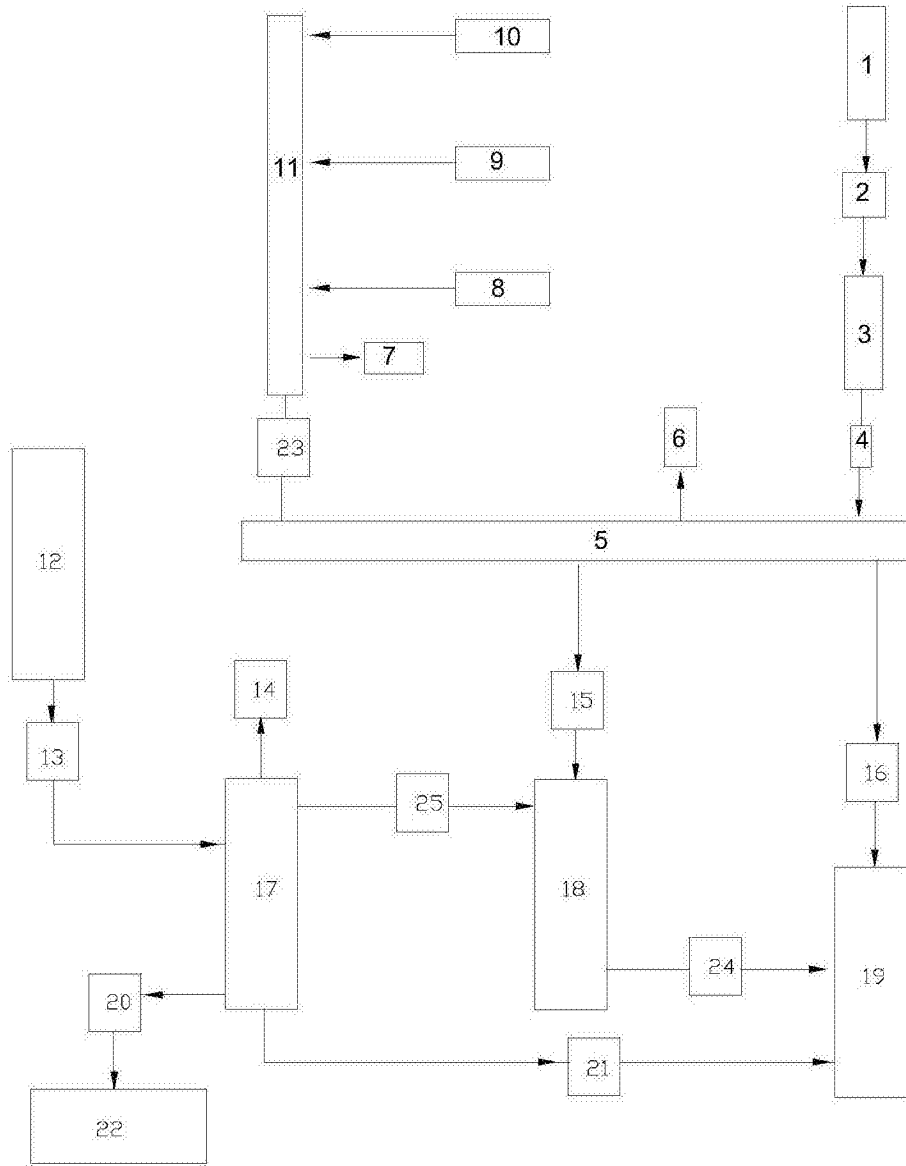


图1