[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
*F25B 27/02* (2006.01)
*F01K 17/04* (2006.01)
*F01K 11/02* (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910096857.7

[43] 公开日 2009 年 8 月 19 日

[11] 公开号 CN 101509716A

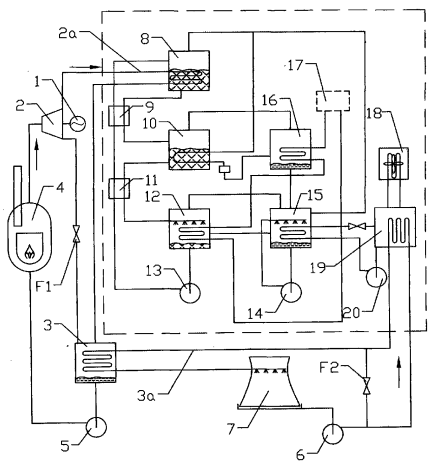
[22] 申请日 2009.3.19
[21] 申请号 200910096857.7
[71] 申请人 浙江工商大学
地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区学正街 18 号
[72] 发明人 李同强
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

[54] 发明名称

# 利用余热制冷方式提高冷却效率的电厂冷却系统

[57] 摘要

一种利用余热制冷方式提高冷却效率的电厂冷却系统。 尤其是在电厂使用的，利用汽轮机余热制冷，制得冷水再进一步冷却汽轮机循环冷却水的冷却系统。 它包括由汽轮机、凝汽器、凝结水循环泵和燃烧锅炉构成的蒸汽凝结水循环，以及由凝汽器、凉水塔和冷却水循环泵构成的蒸汽冷却水循环，其特征是：还增加了溴化锂制冷机组，其高压发生器在汽轮机和凝汽器之间，使蒸汽成为机组的热源；机组还包括储存冷量的冷媒水箱，再通过管道将冷媒水箱和中央空调的各空调器连接，且冷媒水箱设置在凝汽器和冷却水循环泵之间，使冷媒水用于中央空调供冷或进一步冷却汽轮机的循环冷却水。 本发明解决了电厂余热冷却和浪费问题，具有冷却效率高、节能、可供应中央空调冷源等特点。



1、一种利用余热制冷方式提高冷却效率的电厂冷却系统，它包括由汽轮机（2）、凝汽器（3）、凝结水循环泵（5）和燃烧锅炉（4）通过管道依次连接形成的蒸汽凝结水循环，以及由包括凝汽器（3）、凉水塔（7）和冷却水循环泵（6）通过管道依次连接形成的蒸汽冷却水循环，其特征是：它还包括溴化锂制冷机组，该制冷机组包括吸收器（12）、溶液泵（13）、低温热交换器（9）、高温热交换器（11）、高压发生器（8）、低压发生器（10）、冷凝器（16）、蒸发器（15）、冷剂泵（14）和冷却塔（17），其中高压发生器（8）设置在汽轮机（2）和凝汽器（3）之间，汽轮机（2）的蒸汽管道（2a）进入高压发生器 8 内换热降温，使高压发生器（8）成为蒸汽凝结水循环中的一部分，蒸汽则成为制冷机组的热源；所述制冷机组还包括与蒸发器（15）连接的冷媒水箱（19），再通过管道将冷媒水箱（19）和中央空调的各空调器（18）连接，实现对中央空调的供冷；冷媒水箱（19）设置在凝汽器（3）和冷却水循环泵（6）之间，凝汽器（3）的冷却水管道（3a）进入冷媒水箱（19）内换热降温，使冷媒水箱（19）成为蒸汽冷却水循环中的一部分，空调器（18）和冷却水成为制冷机组的终端用户。

2、根据权利要求 1 所述的利用余热制冷方式提高冷却效率的电厂冷却系统，其特征是：所述汽轮机（2）和凝汽器（3）之间设置有阀（F1），在冷却水循环泵（6）和凝汽器（3）盘管之间也设置有阀（F2）。

# 利用余热制冷方式提高冷却效率的电厂冷却系统

## 所属技术领域

本发明属于一种余热冷却技术，尤其是涉及一种在电厂使用的，利用汽轮机余热制冷，制得冷水再进一步冷却汽轮机循环冷却水的冷却系统。

## 背景技术

火电厂是利用煤、石油、天然气作为燃料加热水生成高温高压蒸汽，将燃料的化学能转变成热能，蒸汽压力推动汽轮机旋转，热能转换成机械能，然后汽轮机带动发电机旋转，将机械能转变成电能。由于高温高压蒸汽危险易爆炸，为了保证机组安全运行，必须冷却汽轮机低压缸排气温度，降低低压缸排气压力，使蒸汽冷凝成水回送到锅炉。火电厂的汽轮机冷却系统一般利用凝汽器 3 和凉水塔 7 的循环冷却水来冷却的，如图 1 中所示。循环冷却水由于蒸发损失、风吹损失和排污泄漏损失，需要不断进行水的补充。随着我国电力工业的发展，装机和单机的容量越来越大，需要的冷却水也越来越多，造成了工业用水紧张，同时通过冷却水释放的热量占火电厂热量的 50%以上，造成了环境热污染和能源大幅浪费。

作功发电后的蒸汽温度仍很高，属于高品位的热能，具有开发利用价值。实现热电联产的热电厂，在冬天发电的同时为用户提供热能，可以获得较好的经济效益，但是到了夏天，高温季节同时又是用电高峰季节，产生的更多余热没有了用处，余热变成废热，需耗费更多的冷却水，如果凉水塔冷却效率不够，使得循环水无法冷却到允许的温度再返回接纳水体，将造成电厂不能正常发电。溴化锂吸收式制冷机的热源温度较低，完全可以将电厂余热作为热源，实现溴化锂中央空调的供冷，这样可以部分解决余热利用问题。所以热、电、冷联产是未来电厂的发展趋势。但是实际热负荷、冷负荷会随着气候变化而变化，并不稳定，这样在某些时候，制冷机会处于不工作状态，这便不能起到提高冷却系统效率的目的，循环水不能冷却到允许的温度，也将导致电厂不能正常发电。

## 发明内容

本发明的目的是要解决上述余热冷却和浪费问题，提供一种利用汽轮机余热驱动溴化锂制冷机组制冷，制得冷水再进一步冷却汽轮机循环冷却水的电厂冷却系统，具有冷却效率高、节能、可供应中央空调冷源等特点。

一种利用余热制冷方式提高冷却效率的电厂冷却系统，它包括由汽轮机、凝汽器、凝结水循环泵和燃烧锅炉构成的蒸汽凝结水循环，以及由包括凝汽器、凉水塔和冷却水循环泵构成的蒸汽冷却水循环，其特征是：还增加了溴化锂制

冷机组，它包括吸收器、溶液泵、低温热交换器、高温热交换器、高压发生器、低压发生器、冷凝器、蒸发器、冷剂泵和冷却塔，其中高压发生器设置在汽轮机和凝汽器之间，汽轮机的蒸汽管道进入高压发生器内换热降温，使高压发生器成为蒸汽凝结水循环中的一部分，而蒸汽成为制冷机组的热源。

溴化锂制冷机组制得的冷媒水可以用于中央空调或进一步冷却汽轮机的循环冷却水。即该溴化锂制冷机组还包括与蒸发器连接的冷媒水箱，将制得的冷量储存在冷媒水箱内，再通过管道将冷媒水箱和中央空调的各空调器连接，实现中央空调的制冷；冷媒水箱设置在凝汽器和冷却水循环泵之间，凝汽器的冷却水管道进入冷媒水箱内换热降温，使冷媒水箱成为蒸汽冷却水循环中的一部分，这样空调器和冷却水成为制冷机组的终端用户。

另外，在汽轮机和凝汽器之间设置有阀，在冷却水循环泵和凝汽器盘管之间也设置有阀，这样在不需要制冷机工作时，可以使用现有的冷却方式进行冷却，使系统使用调节灵活。

溴化锂制冷机组是利用水作制冷剂，利用溴化锂溶液作吸收剂进行制冷的，在使用时耗电量小。本发明在夏天利用汽轮机余热驱动实现制冷对中央空调进行供冷，在冬天可以将蒸汽管道直接接入热网进行供热，而同时制冷机组还可以利用余热制冷对冷却水进行辅助冷却。

本发明的有益效果是：1）利用火电厂余热作为制冷机的热源，实现废热利用，可大量节省能源，具有很好的节能和环保效益，对保证用电高峰的正常供电有积极作用；2）经过高压发生器、凉水塔和冷媒水箱的三级冷却，大大提高了冷却效率，确保在任何时候将发电系统的循环冷却水冷却到允许的温度，有利于正常安全供电，同时冷却效率提高将有利于减少循环冷却水的补充，缓解供水紧张；3）制得的冷媒水既可以用于中央空调提高电厂夏天的经济效益，又可以用于循环冷却水的冷却，使溴化锂制冷机组的制冷方式即可以在夏天使用，也可以在冬天使用，减少凉水塔的冷却负荷。

附图说明

图 1 为现有火电厂的汽轮机冷却系统的原理图；

图 2 为本发明利用余热制冷方式提高冷却效率的电厂冷却系统的系统原理图。图中虚线框内为单效溴化锂制冷机组。

对各幅附图中的标号说明如下：

1－发电机；2－汽轮机；2a－蒸汽管道；3－凝汽器；3a－冷却水管道；4－燃烧锅炉；5－凝结水循环泵；6－冷却水循环泵；7－凉水塔；8－高压发生器；9－低温热交换器；10－低压发生器；11－高温热交换器，12－吸收器，13－溶液泵，14－冷剂泵，15－蒸发器，16－冷凝器，17－冷却塔，18－空调器；

19—冷媒水箱；20—冷媒水循环泵；F1，F2—阀。

具体实施方式：

下面根据附图对本利用余热制冷方式提高冷却效率的电厂冷却系统的具体内容做详细介绍。

如图 2 所示，发电机 1 由汽轮机 2 带动，本发明电厂冷却系统包括由汽轮机 2、凝汽器 3、凝结水循环泵 5 和燃烧锅炉 4 通过管道依次连接形成的蒸汽凝结水循环，以及由包括凝汽器 3、凉水塔 7 和冷却水循环泵 6 通过管道依次连接形成的蒸汽冷却水循环，系统主要还增加了溴化锂制冷机组。

如图 2 中虚线框内所示，制冷机组包括吸收器 12、溶液泵 13、低温热交换器 9、高温热交换器 11、高压发生器 8、低压发生器 10、冷凝器 16、蒸发器 15、冷剂泵 14 和冷却塔 17，其中高压发生器 8 设置在汽轮机 2 和凝汽器 3 之间，汽轮机 2 的蒸汽管道 2a 进入高压发生器 8 内换热降温，使高压发生器 8 成为蒸汽凝结水循环中的一部分，而蒸汽即电厂余热则成为制冷机组的驱动热源。

制冷机组还包括与蒸发器 15 连接的冷媒水箱 19，将制得的冷量储存在冷媒水箱 19 内，再通过管道将冷媒水箱 19 和中央空调的各空调器 18 连接，实现对中央空调的供冷；冷媒水箱 19 设置在凝汽器 3 和冷却水循环泵 6 之间，凝汽器 3 的冷却水管道 3a 进入冷媒水箱 19 内换热降温，使冷媒水箱 19 成为蒸汽冷却水循环中的一部分，这样空调器 18 和冷却水成为制冷机组的终端用户。

在汽轮机 2 和凝汽器 3 之间设置有阀 F1，在冷却水循环泵 6 和凝汽器 3 盘管之间也设置有阀 F2。当阀 F1、F2 开启时，系统可以使用现有的冷却方式进行冷却，即按图 1 所示那样，利用凉水塔 7 进行凝汽器 3 盘管内循环冷却水的冷却。阀 F1、F2 关闭时，汽轮机 2 的高温高压蒸汽不能直接进入凝汽器 3 内，而是先通过高压发生器 8 降温后再进入凝汽器 3 内，此时溴化锂制冷机组工作。

本发明电厂冷却系统的工作过程如下：汽轮机 2 发电后产生的高温高压蒸汽先驱动制冷机组工作，经过高压发生器 8 的换热冷却后再进入流入凝汽器 3 内，被来自凉水塔 7 的冷却水进行第二级换热冷却，从凉水塔 7 出来的冷却水温度一般仍然比制冷机组中制取的冷媒水温度（7℃）高，因此再使从凉水塔 7 出来的冷却水与冷媒水箱 19 进行第三级换热。这样经过高压发生器 8、凉水塔 7 和冷媒水箱 19 的三级冷却，大大提高了冷却效率，确保将蒸汽冷却凝结到允许的温度后送回燃烧锅炉 4，同时在一定程度上减少了凉水塔 7 的冷却负荷进而减少冷却水的损失。

溴化锂制冷机组具体制冷冷却过程如下：从吸收器 12 出来的一部分溴化锂稀溶液，由溶液泵 13 输送，经低温热交换器 9 后，分成两路，一路直接进入低压发生器 10，另一路经高温热交换器 11 升温后，进入高压发生器 8，后一路溴

化锂稀溶液由来自汽轮机 2 发电后产生的高温高压蒸汽的热能进行加热，使之沸腾，发生冷剂蒸汽，同时，溶液的温度和浓度升高，然后经高温热交换器 11 温度降低后，进入低压发生器 10 通过闪蒸；直接进入低压发生器 10 的那一路溴化锂稀溶液也被低压发生器 10 管内的来自高压发生器 8 的冷剂蒸汽加热而沸腾，产生冷剂蒸汽，溶液被浓缩，两部分浓溶液在低压发生器 10 液槽中混合。

高压发生器 8 中产生的冷剂蒸汽，加热低压发生器 10 溶液后，凝结成冷剂水，经调节阀节流后进入冷凝器 16，与低压发生器 10 中产生的冷剂蒸汽一起，被在冷凝管内流动的冷却水冷却，冷凝，成为与冷凝压力相应的冷剂水。冷凝管内冷却水由冷却塔 17 进行冷却。

冷凝器 16 中的冷剂水经节流后，进入蒸发器 15，由蒸发器 15 的冷剂泵 14 输送喷淋在蒸发器 15 管束上，由于蒸发器 15 内压力很低，冷剂水便吸收在蒸发器 15 管内流动的温度较高的冷媒水的热量而蒸发，成为冷剂蒸汽，冷媒水循环泵 20 输送冷媒水到蒸发器 15 管内，使冷媒水箱 19 内冷媒水的温度降低，即制冷。制得的冷媒水再输送到空调器 18，就可以实现对中央空调的供冷；冷却水循环泵 6 将凝汽器 3 管内的冷却水循环，不断将热量传递给冷媒水使冷却水温度降低，进而降低从高压发生器 8 出来的汽轮机 2 蒸汽温度。

由低压发生器 10 出来的浓溶液，经过低温热交换器 9 降低温度后，与来自吸收器 12 的溶液泵 13 输送的另一路稀溶液相混合后进入吸收器 12，吸收来自蒸发器 15 的冷剂蒸汽成为稀溶液，吸收过程中的凝结潜热和溶解热被吸收器 12 传热管内的冷却水带走，冷却水由冷却塔 17 进行冷却，这样，喷淋溶液不断地取走蒸发器 15 中冷剂蒸发出来的水蒸汽，维持蒸发器 15 中很低的压力，保证了蒸发器 15 中蒸发出来的冷剂水蒸汽不断地流向吸收器 12，由于吸收蒸发器 15 中冷剂蒸汽而变稀的溴化锂溶液，再分别送往高、低压发生器沸腾浓缩，这样便完成了一个制冷循环。

在冬天将汽轮机的蒸汽管道直接接入热网进行供热，再使用本冷却系统，可以实现电厂的热、电、冷联产。

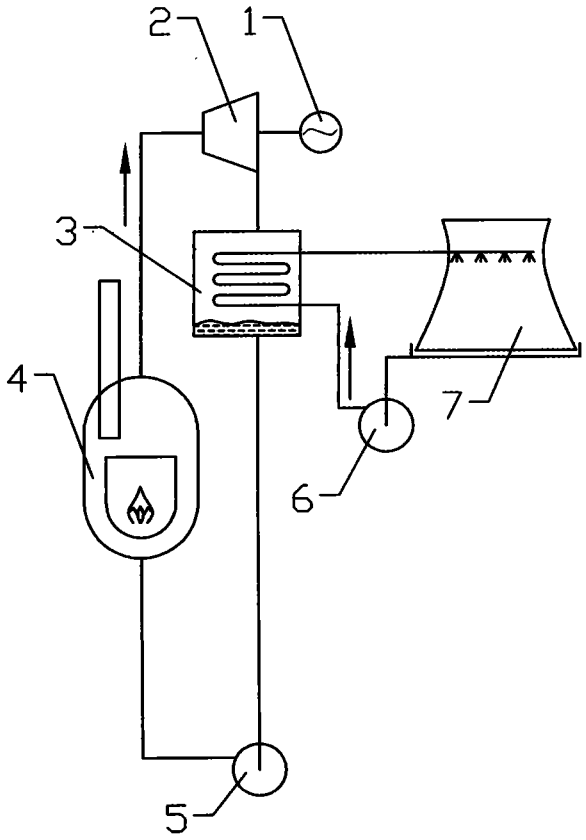



图1

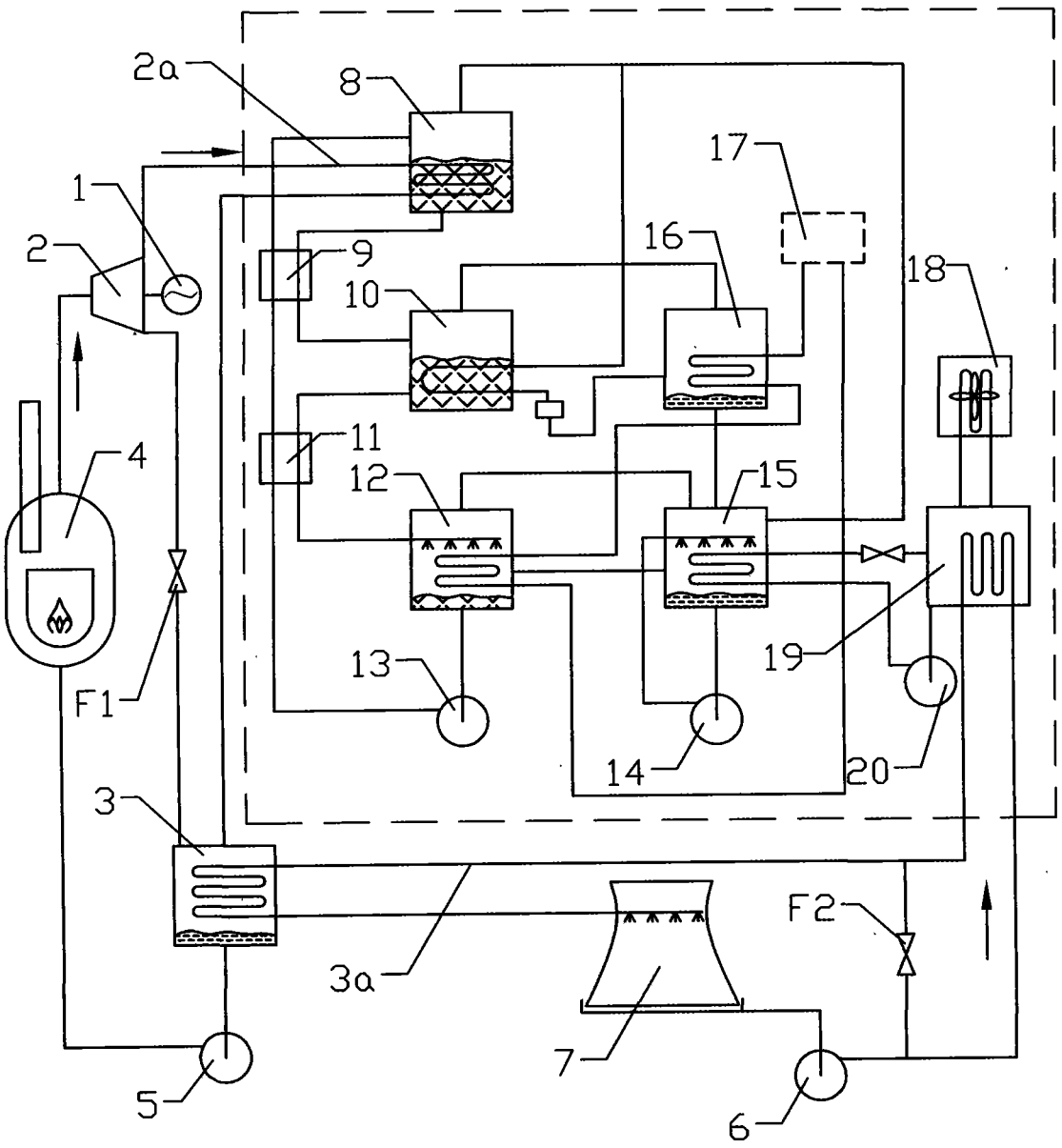



图2