



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102588024 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 05

(21) 申请号 201110020886. 2

(22) 申请日 2011. 01. 18

(73) 专利权人 中国科学院过程工程研究所  
地址 100190 北京市海淀区中关村北二条 1 号

(72) 发明人 丁玉龙 金翼 汪翔 张新敬  
李永亮

(74) 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理有限公司 11280

代理人 胡强

(51) Int. Cl.

F01K 27/02 (2006. 01)

F01D 15/10 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 4100745 A, 1978. 07. 18, 说明书第 2 栏第 18 行 - 第 3 栏第 40 行及附图 1.

CN 1451921 A, 2003. 10. 29, 全文.

WO 2006/069948 A2, 2006. 07. 06, 全文.

CN 200940918 Y, 2007. 08. 29, 全文.

CN 101506469 A, 2009. 08. 12, 全文.

审查员 刘玲

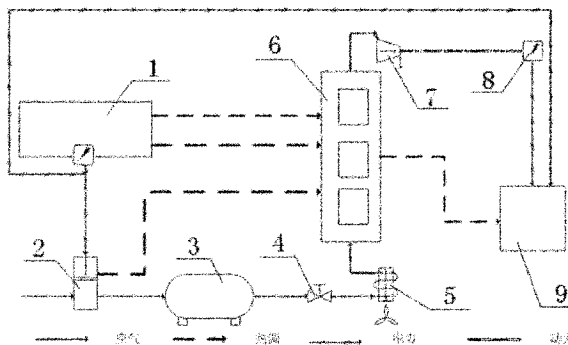
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

内燃发电机的低谷电及余热回收、储存和再利用系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种内燃发电机低谷电及余热回收、储存和再利用系统,包括内燃发电机;空气压缩装置,用于在用电低谷时将低谷电以压缩空气形式给予回收和储存;余热回收装置,用于将所述发电机和压缩装置在工作过程中产生的余热给予回收和存储;空气换热装置和膨胀机,在需要时,利用该空气换热装置可以使从空气压缩装置中释放出的压缩空气吸收余热回收装置中的热量并进入膨胀机中膨胀做功。本发明还公开了一种内燃发电机低谷电及余热回收、储存和再利用方法。本发明将余热回收和低谷电存储相结合用于发电技术,有效地提高了内燃发电机的能量利用效率,并且拓宽了余热的利用方式,同时对内燃发电机起到调峰的作用。



1. 一种内燃发电机低谷电及余热回收、储存和再利用系统,包括:

内燃发电机;

空气压缩装置,它与该内燃发电机电连接,用于在用电低谷时工作以将由该内燃发电机所产生的低谷电以压缩空气形式予以回收和存储;

余热回收装置,它与该内燃发电机和该空气压缩装置分别传热连接,用于将该内燃发电机和该空气压缩装置在工作过程中所产生的余热予以回收和存储;

其特征在于,该系统还包括与该空气压缩装置连通的空气换热装置和膨胀机,其中,由该空气压缩装置释放出的压缩空气能与由该余热回收装置回收和存储的所述余热进行换热,然后进入膨胀机中膨胀做功。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,该空气压缩装置包括气路相连的空气压缩机和高压储气罐。

3. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,在该空气换热装置之前,在该系统的气路中设有使来自该空气压缩装置的压缩空气与外界空气进行换热的预热装置。

4. 根据权利要求3所述的系统,其特征在于,该预热装置为环形散热片并且设有用于强化该散热片的换热效率的风扇。

5. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,该余热回收装置包括多级相变蓄热机构。

6. 根据权利要求1至5之一所述的系统,其特征在于,所述膨胀机为空气透平机。

7. 一种内燃发电机低谷电及余热回收、储存和再利用方法,包括:

利用内燃发电机发电;

在用电低谷时,使与该内燃发电机电连接的空气压缩装置工作,以将该内燃发电机所产生的低谷电以压缩空气形式予以回收和存储;

将该内燃发电机和该空气压缩装置在工作过程中所产生的余热予以回收和存储;

将由该空气压缩装置回收和存储的压缩空气引入膨胀机中以对外做功;

其特征在于,在将该压缩空气送入该膨胀机之前,先使该压缩空气吸收所回收和存储的所述余热。

8. 根据权利要求7所述方法,其特征在于,该压缩空气在吸收所回收和存储的所述余热之前通过预热装置与外界空气进行换热。

9. 根据权利要求7或8所述的方法,其特征在于,通过呈多级相变蓄热机构形式的余热回收装置进行所述余热的回收和存储。

## 内燃发电机的低谷电及余热回收、储存和再利用系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及内燃发电机的低谷电及余热回收、储存和再利用系统,具体而言,涉及柴油发电机的余热和低谷电的回收、存储和利用以及调峰系统。

### 背景技术

[0002] 内燃发电机作为用电高峰期动力需求的补充及企事业单位的备用动力主要来源,其使用范围越来越广泛,内燃发电机则包括了燃油发电机和燃气发电机,燃油发电机又可以包括柴油发电机,汽油发电机等,柴油发电机目前的应用最为广泛。目前对于采用柴油为燃料的发电系统来说,仅有 35%左右的燃料能源被发电机转化为电能,其他约 30%和 25%的能量分别被废气和发电机冷却水带走,而发电机的机身热量散发等其他损失也占了总能量 10%左右。针对内燃发电机工作过程中燃料利用效率低的问题,现有技术中已经有了多种回收利用发电机的余热的工艺,尤其是用于回收柴油机排放尾气余热的工艺。概括而言,这些技术主要都是直接利用柴油机工作过程中产生的余热,将余热用于加热和供暖,或者利用冷、热、电联产供中央空调等。这些余热利用工艺均存在着不同程度的缺陷,比如通用性差。并且,由于现有的余热回收技术多采用了直接回收余热的形式,并以热的形式加以利用,因此需要配备与之相关联的各种热利用设备。现有的余热利用方式还存在的一个问题在于余热的利用效率低。当前针对内燃发电机有多种余热回收的手段,设计了多种相对应的用途,但是这些手段回收率普遍不高,尤其是冷却水所带走的余热,几乎没有相对应回收方案。其原因主要是当前的柴油机的余热回收方案没有依照余热的品位高低进行分级回收利用,造成了余热回收方案的不合理,余热回收率低;回收后的余热能大部分用于加热和供暖用,或者通过溴化锂冷水机置换冷媒水,形成冷、热、电联产的运行模式,虽回收了余热中的部分可用能,但是由于热能的产生量和使用量难以控制,且余热的生产端和热用户是两个相对独立的部分,造成了热利用设备经常处于不稳定运行状态,总体效率低下,也极大的限制了各类余热回收利用技术的推广。

[0003] 此外,在发电机工作过程中常常会出现空载或用电低谷现象,其单位功率油耗增加,从而造成燃料的浪费、环境污染,在用电高峰大于内燃发电机额定功率时,发电机则不能满足系统工作要求。对此问题,虽然储能电池技术可以起到一定的调峰作用,但是由于其使用成本和效率的限制,很难在内燃机发电系统中广泛的应用。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于针对现有技术中所存在的上述缺陷,提供一种具有较高效率的内燃发电机低谷电及余热回收、储存和再利用系统。

[0005] 本发明所述的内燃发电机低谷电及余热回收、储存和再利用系统包括内燃发电机;空气压缩装置,该装置与所述内燃发电机电连接,用于在用电低谷时将低谷电以压缩空气形式给予回收和储存;余热回收装置,该装置与所述内燃发电机和余热回收装置分别为

传热连接,用于将内燃所述发电机和空气压缩装置在工作过程中产生的余热给予回收和存储;与所述空气压缩装置相连的空气换热装置和膨胀机,在需要时其中,由该空气压缩装置释放出的压缩空气能与由该余热回收装置回收和存储的所述余热进行换热,然后进入膨胀机中膨胀做功。在这里,所述膨胀机可以优选是空气透平机。

[0006] 在所述系统中,所述空气压缩装置包括气路相连的压缩机和高压储气罐。所述预热装置优选为环形散热片并通过风冷或水冷的方式强化该散热片的换热效率。该余热回收装置优选包括多级相变蓄热机构,如由三级蓄热材料组成的蓄热/换热系统,以便将温度较低的压缩空气顺序通过三级蓄热系统,尽可能充分吸收尾气和冷却水中含有的可用热能。

[0007] 在上述系统中,优选在空气换热装置之前,在系统气路中设有使压缩空气与外界空气进行换热的预热装置,以利用外界热量提高压缩气体温度,进而提高其流速。

[0008] 本发明还公开了一种内燃发电机低谷电及余热回收、储存和再利用方法,其包括:利用内燃发电机发电;在用电低谷时,使与该内燃发电机电连接的空气压缩装置工作,以将该内燃发电机所产生的低谷电以压缩空气形式予以回收和存储;将该内燃发电机和该空气压缩装置在工作过程中所产生的余热予以回收和存储;将由该空气压缩装置回收和存储的压缩空气引入膨胀机中以对外做功,其中,在将该压缩空气送入该膨胀机之前,先使该压缩空气吸收所回收和存储的所述余热。

[0009] 本发明将余热回收和低谷电回收存储相结合用于发电技术,有效地提高了内燃发电机的能量利用效率,并且拓宽了余热的利用方式,也对内燃发电机起到了调峰作用。

## 附图说明

[0010] 图1为本发明内燃发电机的低谷电及余热回收、储存和再利用系统示意图;

[0011] 图2为本发明的系统效率和压缩空气流速间的关系图;

[0012] 图3为本发明的系统输出功率和压缩空气流速间的关系图。

## 具体实施方式

[0013] 以下将结合附图对本发明的具体实施方式进行详细描述,但应当理解本发明的保护范围并不受具体实施方式的限制。

[0014] 如图1所述,该具体的内燃发电机低谷电及余热回收、储存和再利用系统包括:内燃发电机1;由空气压缩机2和高压储气罐3组成的空气压缩装置;流量调节阀门4;由环形散热片和风扇组成的压缩空气预热装置5;由蓄热材料组成的蓄/换热装置6;膨胀机7;发电机8。在这里,所述内燃发电机1优选为柴油发电机,并且空气压缩机2、高压储气瓶3、压缩空气预热装置5、蓄/换热装置6和膨胀机7依次在气路上相互连通,或者说流体连通;发电机1和空气压缩机2分别与蓄/换热装置6水路连通,从而发电机1和空气压缩机2在工作中所产生的余热可通过工作介质(水)被传递至蓄/换热装置6并被存储起来。

[0015] 在用电低谷时,也就是输出端负载不足的情况下,启动空气压缩机2,发电机1所产生的电能的大部分被输送至用户9,而余电部分或者说低谷电能驱动空气压缩机2,使空气绝热压缩至储气罐3中。在用电高峰或者内燃发电机1关闭而需要用电时,可依据用户9电能的使用量开启流量调节阀门4,经过流量调节阀门4的压缩空气发生体积膨胀,温度

降低,但当其流经压缩空气预热装置 5 时,压缩空气因与外界进行热交换而基本上恢复到常温。随后,预热后的压缩空气流经蓄/换热装置 6 吸收热量,压缩空气的体积流量增加,直接用于驱动膨胀机 7,膨胀机 7 进而驱动发电机 8 发电,输出电力至用户 9。针对需要直接利用余热资源的用户,本发明也可以将余热资源依据热用户的需求分级可调地输出。在这里,压缩机优选为多级压缩机。

[0016] 蓄/换热装置 6 为余热回收装置,用于将内燃发电机 1 和空气压缩机 2 在工作过程中产生的余热给予回收和存储。该余热回收装置可以由现有技术中常用的各种蓄热材料组成,并且其结构优选设置成多级相变蓄热机构,以便依据余热能级分别回收系统中不同种类的余热资源,例如冷却水余热、柴油机尾气余热、压缩热等,从而可以较大程度地回收各级种类柴油机余热,尤其是在低品位的冷却水中,余热得以回收,余热的回收利用效率可达到 70%~80%。

[0017] 在此装置中,由于压缩机 2、储气罐 3、蓄/换热装置 6 和膨胀机 7 组成的压缩空气储电系统将电源端和用户端分成两个独立的部分,起到了“消峰平谷”调峰的作用,可使得内燃发电机工作始终处于最佳的运行状态。系统燃料的利用效率也将由以往的 35% 提高到 55% 以上,内燃发电机的最大输出功率可提高 3 倍左右,从而满足高峰用电的要求。

[0018] 压缩空气预热装置 5 中的散热片也可以使用其它形状和结构,并且为加强其换热效率,还可以将散热片放入水中以代替风扇,以形成水冷式预热装置。

[0019] 图 2 所示的是本发明的系统总和效率和压缩空气流速之间的关系图。这里的系统总和效率是指系统总效率值,其计算式可表述为:

[0020] 系统总和效率 = (内燃发电机对外输出功率值 + 余热回收系统对外输出功率值) / 消耗柴油的热值

[0021] 图 3 为本发明的系统总输出功率和压缩空气流速关系。

[0022] 从图 2 和图 3 可以得知,系统总和效率即系统输出功率均随着压缩空气流速的增加而提高。在本发明中,由于压缩空气在进入膨胀机做功前经历了预热并且吸收了蓄/换热装置 6 内所存储的余热后,其流速增加,从而有效地提高了系统效率和系统输出功率。试验证明,在用电负荷大于内燃发电机的最大额定输出功率时,开启流量调节阀门,压缩空气的流量设定为 0.06kg/s 时,系统的总效率值为 48%,系统对外输出功率峰值为 65kw。如果把压缩空气的流量设定为 0.31kg/s,系统的总效率值可提高到 57%,而系统对外输出功率峰值可提高到 160kw。

[0023] 尽管以上参考实施例及附图对本发明进行了说明,但本发明并不局限于上述的具体特征和设计。对于本领域技术人员来说,不需要在上述说明中用数值表示各部件的尺寸和形状,这些可以根据具体情况来确定。除了所给出的例子之外,在不超出本发明范围的前提下,本领域技术人员在阅读了以上描述所能做出的所有改变或等同替换均应属本发明之范围。

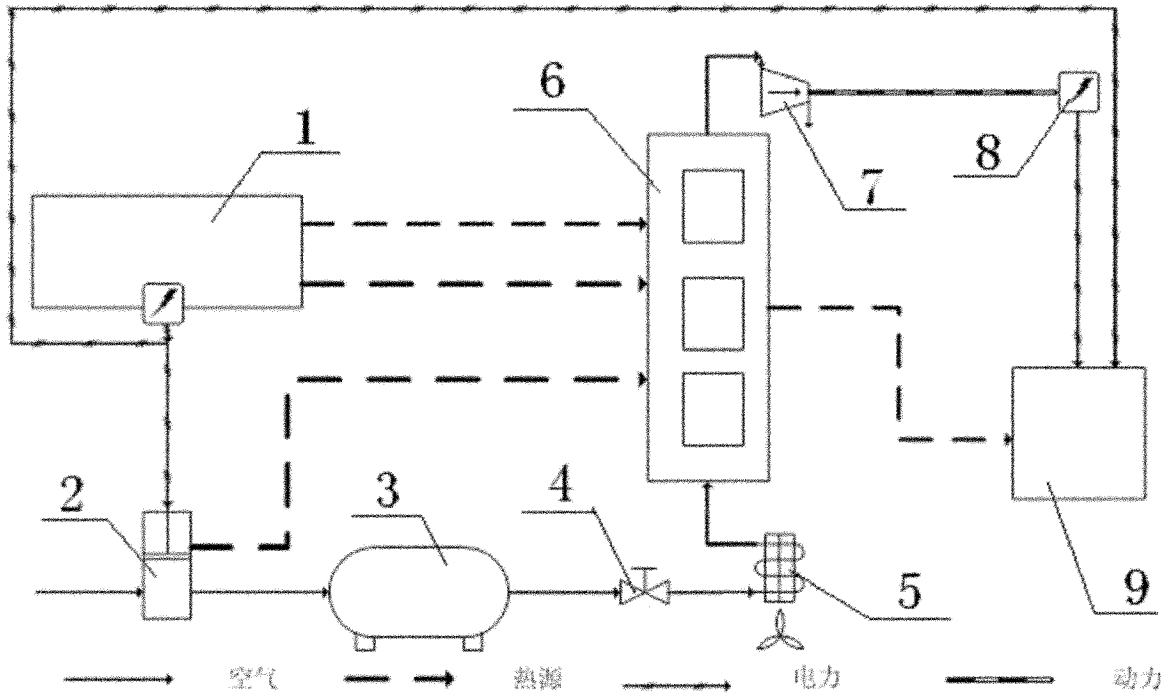


图 1

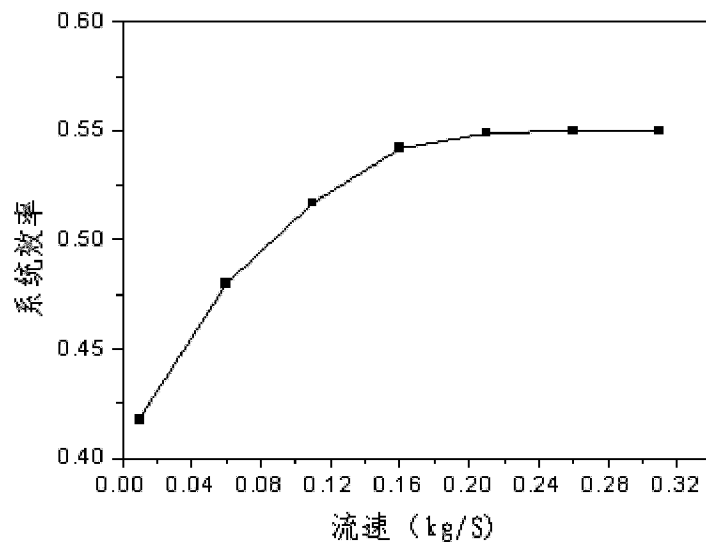


图 2

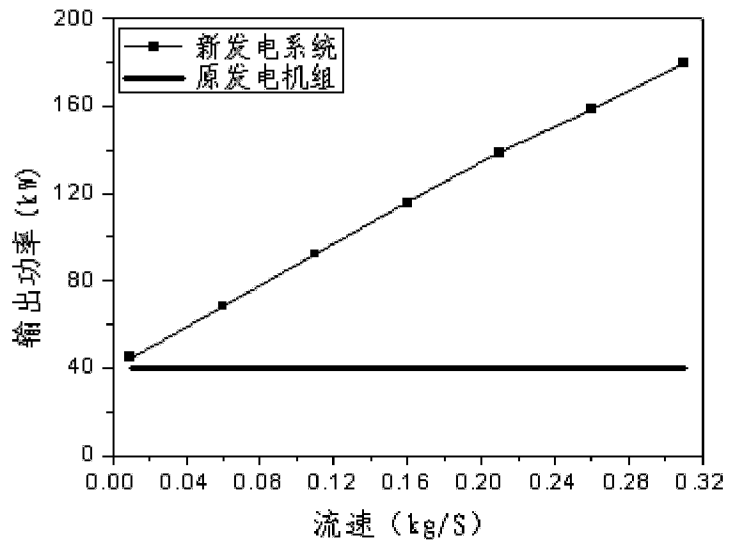


图 3