



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102589227 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 18

(21) 申请号 201210070225. 5

F24F 11/02 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 03. 16

(71) 申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路  
381 号

申请人 深圳市燃气集团股份有限公司

(72) 发明人 徐文东 陈敏 刘建辉 柳珉敏

陈秋雄 陈运文 陆涵 杜琳琳

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限

公司 44102

代理人 何淑珍

(51) Int. Cl.

F25D 3/10 (2006. 01)

F24F 5/00 (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

### (54) 发明名称

一种利用液化天然气冷能冷却空调循环水的方法及装置

### (57) 摘要

本发明公开了一种利用液化天然气冷能冷却空调循环水的方法及装置。包括(1) 液化天然气与冷媒换热,再汽化为 0.3~0.5MPa、14~16℃的天然气进入天然气管网;(2) 换热后的冷媒再与冰蓄冷池中的水换热,冰蓄冷池中的水凝结成冰,冷媒温度上升,返回冷媒储罐,循环利用;(3) 冰蓄冷池中的冰对空调循环水进行冷却后,空调循环水进入空调。采用本方法,回收-162℃、3000kg/hLNG 的冷能,可使约 4.5t/h 的水凝结成冰,这些冰每小时提供给冷水空调的冷量约 700kW,每年可获经济效益约 245 万元。本方法工艺流程简单,控制方便,操作弹性大,冷能利用效率高,能耗低,具有良好的工业推广应用前景。

1. 一种利用液化天然气冷能冷却空调循环水的方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 液化天然气与冷媒换热,再汽化为 0.3~0.5MPa、14~16℃的天然气进入天然气管网;

(2) 换热后的冷媒再与冰蓄冷池中的水换热,冰蓄冷池中的水凝结成冰,冷媒温度上升,返回冷媒储罐,循环利用;

(3) 冰蓄冷池中的冰对空调循环水进行冷却后,空调循环水进入空调。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括在 LNG 供冷不足时,开启电压压缩制冷装置,使用电压压缩制冷工质对空调循环水进行冷却的步骤。

3. 实施权利要求1所述方法的装置,包括 LNG 储罐(1)、LNG 换热器(4)、LNG 空气气化器(5)和冷媒储罐(6),其特征在于,还包括冰蓄冷池(9)以及设于冰蓄冷池中的第一空调冷水盘管(19)和冷媒盘管(10);所述 LNG 储罐(1)与 LNG 换热器(4)的液化天然气进口相连,LNG 换热器(4)的液化天然气出口与 LNG 空气气化器(5)的进口相连,LNG 空气气化器(5)的出口连接到天然气管网,LNG 换热器(4)的冷媒进口与冷媒储罐(6)的出口相连,LNG 换热器(4)的冷媒出口与冷媒盘管(10)的进口相连,冷媒盘管(10)的出口连接到冷媒储罐(6)的进口,第一空调冷水盘管(19)的进口与空调的循环水出口相连,第一空调冷水盘管(19)的出口与空调的循环水进口相连。

4. 根据权利要求3所述的装置,其特征在于,还包括电压压缩制冷装置和设于冰蓄冷池中的电压压缩制冷工质盘管(12)和第二空调冷水盘管(14);所述电压压缩制冷工质盘管(12)的进口与电压压缩制冷装置的电压压缩制冷工质出口相连,电压压缩制冷工质盘管(12)的出口与电压压缩制冷装置的电压压缩制冷工质进口相连;第二空调冷水盘管(14)的进口与空调的循环水出口相连,第二空调冷水盘管(14)的出口与空调的循环水进口相连。

5. 根据权利要求3或4所述的装置,其特征在于,所述第一空调冷水盘管(19)与冷媒盘管(10)并列设置。

6. 根据权利要求4所述的装置,其特征在于,所述第二空调冷水盘管(14)与电压压缩制冷工质盘管(12)并列设置。

7. 根据权利要求3所述的装置,其特征在于,所述 LNG 储罐(1)与 LNG 换热器(4)的液化天然气进口通过保温管线相连,管线上设有第一调节阀(2)和流量计(3);所述 LNG 换热器(4)的冷媒进口与冷媒储罐(6)的出口通过管线相连,管线上设有离心泵(7)、流量计(3)和第二调节阀(8);所述第一空调冷水盘管(19)的进口与空调的循环水出口通过保温管线相连,管线上设有第五调节阀(15)和流量计(3),第一空调冷水盘管(19)的出口与空调的循环水进口通过保温管线相连,管线上设有第八调节阀(17)。

8. 根据权利要求4所述的装置,其特征在于,所述第二空调冷水盘管(14)的进口与空调的循环水出口通过保温管线相连,管线上设有第七调节阀(16)和流量计,第二空调冷水盘管(14)的出口与空调的循环水进口相连通过保温管线相连,管线上设有第九调节阀(18);所述电压压缩制冷工质盘管(12)的进口与电压压缩制冷装置的电压压缩制冷工质出口通过保温管线相连,管线上设有流量计和第三调节阀(11),电压压缩制冷工质盘管(12)的出口与电压压缩制冷装置的电压压缩制冷工质进口通过保温管线相连,管线上设有流量计和第四调节阀(13)。

## 一种利用液化天然气冷能冷却空调循环水的方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明公开了一种利用液化天然气冷能冷却空调循环水的方法及装置。

### 背景技术

[0002] 我国 LNG 产业的迅猛发展和天然气管网基础建设的相对落后,使得 LNG 卫星气化站遍地开花。LNG 卫星站是一种小型的 LNG 接收和气化站。通过二次运输,将液化天然气输入到远离中心城市的液化天然气工厂的城镇或卫星城市,经加臭后直接送入城市管网供民用、商用和工业用气,是天然气气源的二级气源站。它具有存储效率高、占地少、投资省、建设周期短、建设模式机动灵活、可实现多气源供气等特点,应用范围广泛,发展迅猛。截止到 2009 年,已建 LNG 卫星气化站达 200 多个,供气能力达  $400 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,冷能总价值约  $210 \times 10^4 \text{ kWh}$  电力,1a 节电效益约  $7.8 \times 10^8 \text{ kWh}$ ,相当于节省  $30 \times 10^4 \text{ t}$  标准煤,减少  $\text{CO}_2$  排放  $70 \times 10^4 \text{ t}$ ,年直接经济效益达  $4 \times 10^8$  元。

[0003] 因此 LNG 卫星站的冷能利用研究倍受关注。中国专利申请 CN101846436A 发明公开了一种利用 LNG 冷能的全液体空气分离装置。该发明具有较好的经济效益,但系统复杂,且需要较多的能量压缩经分馏后的氮气,由于氮气液化温度约为  $-200^\circ\text{C}$ ,而 LNG 在流入管后,其温度甚至高于  $-162^\circ\text{C}$ ,离氮气液化温度还有较大的差距,所以还需要较大的能耗。中国专利申请 CN101839612A 公开了一种基于 LNG 卫星站冷能利用的倒灌式空气分离系统。从该发明可看出,循环利用空气分离后的氮气可以将 LNG 冷能用来分离空气,但事实是空气分离后,氮气百分含量大,温度低,但氮气始终不能够液化(其液化温度低于 LNG 的温度  $-162^\circ\text{C}$ )。所以 LNG 冷能的利用是不充分的,且有较多的低温氮气浪费。从以上分析可以看出, LNG 冷能用于空气分离,设备、过程复杂,能量利用效率低。

[0004] LNG 冷能发电是 LNG 冷能利用中较成熟的工艺,专利申请 CN 101505122A 公开了一种利用 LNG 冷能的温差发电模块及其制备方法,该方法采用全静态的热电材料温差发电方式,使用方便,在 LNG 冷能温差发电方向颇具前景,但该方法设备投资较高,热电转化效率和冷能利用率有待明确。

[0005] LNG 冷能用于冷冻冷藏,也是一种很好的冷量利用方式。专利 CN 201680657 U 公开了一种基于液化天然气和冷库的热管式冷能利用装置,通过分别独立的热管维持不同冷库的运行温度需求,但并未提出热管控温的具体方式和如何使 LNG 的流量控制与三个冷库的冷量需求同时达到一致,系统未利用冷媒储冷,当 LNG 的气化量波动时,较难保证冷能用户的平稳运行和变化需求,且应用形式较单一,难以取得良好的经济效益。

### 发明内容

[0006] 本发明目的在于克服了现有技术的缺点,解决了目前 LNG 直接气化供气、白白浪费 LNG 冷量的问题。通过冷媒将 LNG 冷能回收用于冰蓄冷空调,充分利用了 LNG 的冷能,节约能量。另外,将冰蓄冷池与电压缩制冷工质相连接,在 LNG 供冷量不足时启用电压缩制冷来补充冷量。通过冷媒供冷和 LNG 供冷不足时的电压缩制冷,完成冰蓄冷工艺,然后将储存

的冷量供给空调使用。弹性好,能量利用率高。

[0007] 本发明目的通过如下技术方案实现:

一种利用液化天然气冷能冷却空调循环水的方法,包括以下步骤:

(1) 液化天然气与冷媒换热,再汽化为 0.3~0.5MPa、14~16℃的天然气进入天然气管网;

(2) 换热后的冷媒再与冰蓄冷池中的水换热,冰蓄冷池中的水凝结成冰,冷媒温度上升,返回冷媒储罐,循环利用;

(3) 冰蓄冷池中的冰对空调循环水进行冷却后,空调循环水进入空调。

[0008] 本发明方法还包括在 LNG 供冷不足时,开启电压缩制冷装置,使用电压缩制冷工质对空调循环水进行冷却的步骤。

[0009] 实施所述方法的装置,包括 LNG 储罐 1、LNG 换热器 4、LNG 空气气化器 5 和冷媒储罐 6,还包括冰蓄冷池 9 以及设于冰蓄冷池中的第一空调冷水盘管 19 和冷媒盘管 10;所述 LNG 储罐 1 与 LNG 换热器 4 的液化天然气进口相连,LNG 换热器 4 的液化天然气出口与 LNG 空气气化器 5 的进口相连,LNG 空气气化器 5 的出口连接到天然气管网,LNG 换热器 4 的冷媒进口与冷媒储罐 6 的出口相连,LNG 换热器 4 的冷媒出口与冷媒盘管 10 的进口相连,冷媒盘管 10 的出口连接到冷媒储罐 6 的进口,第一空调冷水盘管 19 的进口与空调的循环水出口相连,第一空调冷水盘管 19 的出口与空调的循环水进口相连。

[0010] 还包括电压缩制冷装置和设于冰蓄冷池中的电压缩制冷工质盘管 12 和第二空调冷水盘管 14;所述电压缩制冷工质盘管 12 的进口与电压缩制冷装置的电压缩制冷工质出口相连,电压缩制冷工质盘管 12 的出口与电压缩制冷装置的电压缩制冷工质进口相连;第二空调冷水盘管 14 的进口与空调的循环水出口相连,第二空调冷水盘管 14 的出口与空调的循环水进口相连。

[0011] 所述第一空调冷水盘管 19 与冷媒盘管 10 并列设置。

[0012] 所述第二空调冷水盘管 14 与电压缩制冷工质盘管 12 并列设置。

[0013] 所述 LNG 储罐 1 与 LNG 换热器 4 的液化天然气进口通过保温管线相连,管线上设有第一调节阀 2 和流量计 3;所述 LNG 换热器 4 的冷媒进口与冷媒储罐 6 的出口通过管线相连,管线上设有离心泵 7、流量计 3 和第二调节阀 8;所述第一空调冷水盘管 19 的进口与空调的循环水出口通过保温管线相连,管线上设有第五调节阀 15 和流量计 3,第一空调冷水盘管 19 的出口与空调的循环水进口通过保温管线相连,管线上设有第八调节阀 17;第二空调冷水盘管 14 的进口与空调的循环水出口通过保温管线相连,管线上设有第七调节阀 16 和流量计,第二空调冷水盘管 14 的出口与空调的循环水进口相连通过保温管线相连,管线上设有第九调节阀 18;所述电压缩制冷工质盘管 12 的进口与电压缩制冷装置的电压缩制冷工质出口通过保温管线相连,管线上设有流量计和第三调节阀 11,电压缩制冷工质盘管 12 的出口与电压缩制冷装置的电压缩制冷工质进口通过保温管线相连,管线上设有流量计和第四调节阀 13。

[0014] 本发明相对于现有技术所具有以下优点及有益效果:

1、冷能利用率高:回收 LNG 冷能用于冰蓄冷空调的同时还可供给吸收制冷机所需的冷量;通过冷媒供冷和 LNG 供冷不足时的电压缩制冷,完成冰蓄冷工艺后直接将冷量供应给空调使用;

- 2、稳定性高：工艺流程简单，操作方便，控制弹性较大；
- 3、弹性好：冰蓄冷池连接电制冷工质，在 LNG 量不足时开启电压压缩制冷装置。

## 附图说明

[0015] 图 1 为本发明的液化天然气冷能用于冰蓄冷空调的装置，

其中，1-LNG 储罐，2- 第一调节阀；3- 流量计；4-LNG 换热器；5-LNG 空气气化器；6- 冷媒储罐；7- 离心泵；8- 第二调节阀；9- 冰蓄冷池；10- 冷媒盘管；11- 第三调节阀；12- 电压压缩制冷工质盘管；13- 第四调节阀；14- 第二空调冷水盘管；15- 第五调节阀；16- 第七调节阀；17- 第八调节阀；18- 第九调节阀；19- 第一空调冷水盘管。

## 具体实施方式

[0016] 下面结合实施例和工艺流程图(见图 1)做进一步说明。

[0017] 一种液化天然气冷能用于冰蓄冷空调的方法，包括以下步骤：

(1) 0.3~0.5MPa、-162℃的液化天然气与 1~2℃的乙醇溶液换热后，再汽化为 0.3~0.5MPa、14~16℃的天然气进入天然气管网；

(2) 热交换后的乙醇溶液温度降为 -34~-36℃，与蓄冰池中的水换热后，返回乙醇储罐，温度升高为 1~2℃，循环利用；蓄冰池中的水凝结成冰；

(3) 冰蓄冷池的冰对空调循环水进行冷却，空调循环水的冷却前温度为 12℃，冷却后温度为 5℃，空调循环水进入空调。

[0018] 本发明方法还包括在 LNG 供冷不足时，开启电压压缩制冷装置，使用电压压缩制冷工质 R22 对空调循环水进行冷却的步骤。

[0019]

实施所述方法的装置，包括 LNG 储罐 1、LNG 换热器 4、LNG 空气气化器 5 和冷媒储罐 6，还包括冰蓄冷池 9 以及设于冰蓄冷池中的第一空调冷水盘管 19 和冷媒盘管 10；所述 LNG 储罐 1 与 LNG 换热器 4 的液化天然气进口相连，LNG 换热器 4 的液化天然气出口与 LNG 空气气化器 5 的进口相连，LNG 空气气化器 5 的出口连接到天然气管网，LNG 换热器 4 的冷媒进口与冷媒储罐 6 的出口相连，LNG 换热器 4 的冷媒出口与冷媒盘管 10 的进口相连，冷媒盘管 10 的出口连接到冷媒储罐 6 的进口，第一空调冷水盘管 19 的进口与空调的循环水出口相连，第一空调冷水盘管 19 的出口与空调的循环水进口相连。

[0020] 本发明装置还包括电压压缩制冷装置和设于冰蓄冷池中的电压压缩制冷工质盘管 12 和第二空调冷水盘管 14；所述电压压缩制冷工质盘管 12 的进口与电压压缩制冷装置的电压压缩制冷工质出口相连，电压压缩制冷工质盘管 12 的出口与电压压缩制冷装置的电压压缩制冷工质进口相连；第二空调冷水盘管 14 的进口与空调的循环水出口相连，第二空调冷水盘管 14 的出口与空调的循环水进口相连。

[0021] 为了节省空间所述第一空调冷水盘管 19 与冷媒盘管 10 并列设置，所述第二空调冷水盘管 14 与电压压缩制冷工质盘管 12 并列设置。

[0022] 所述 LNG 储罐 1 与 LNG 换热器 4 的液化天然气进口通过保温管线相连，管线上设有第一调节阀 2 和流量计 3；所述 LNG 换热器 4 的冷媒进口与冷媒储罐 6 的出口通过管线相连，管线上设有离心泵 7、流量计 3 和第二调节阀 8；所述第一空调冷水盘管 19 的进口与空

调的循环水出口通过保温管线相连,管线上设有第五调节阀 15 和流量计 3,第一空调冷水盘管 19 的出口与空调的循环水进口通过保温管线相连,管线上设有第八调节阀 17;第二空调冷水盘管 14 的进口与空调的循环水出口通过保温管线相连,管线上设有第七调节阀 16 和流量计,第二空调冷水盘管 14 的出口与空调的循环水进口相连通过保温管线相连,管线上设有第九调节阀 18;所述电压缩制冷工质盘管 12 的进口与电压缩制冷装置的电压缩制冷工质出口通过保温管线相连,管线上设有流量计和第三调节阀 11,电压缩制冷工质盘管 12 的出口与电压缩制冷装置的电压缩制冷工质进口通过保温管线相连,管线上设有流量计和第四调节阀 13。

[0023] 本发明冰蓄冷池的冷量来源有两种实施方式,一种是当 LNG 量充足时,冰蓄冷池的冷量全部由 LNG 的冷量提供;另一种是当 LNG 量不足时,开启电压缩制冷装置,由 LNG 冷能和电能共同提供。

[0024] 本发明装置的工作过程:调节第一调节阀 2,调节进入 LNG 换热器的 LNG 流量为 3000kg/h;调节第二调节阀 8,调节进入 LNG 换热器乙醇溶液的流量为 21.5t/h;LNG 在 LNG 换热器 4 中与乙醇换热后,进入 LNG 空气气化器 5,气化后进入城市管网,冷媒与冰蓄冷池中的水换热,水凝结成冰;吸热后的乙醇溶液通过离心泵进入冷媒储罐 6,升温到 1~2℃,冰再与冷水盘管中的空调循环水进行换热,降温后的空调循环水进入空调,并通过第五调节阀 15、第八调节阀 17 调节流量。每小时可使 4.5t 左右的水凝结成冰;冰蓄冷池中的冰每小时可提供冷水空调的冷量约为 700kW。按制冷系数 COP 为 2 计算,每小时可节电 350kW,则每年可获得经济效益约 245 万元。

[0025] 当空调需冷量增加时,LNG 供冷不足,开启电压缩制冷装置得到低温的制冷工质 R22,将制冷工质 R22 通入电制冷工质盘管,与冰蓄冷池中的水换热,水凝结成冰;冰再与冷水盘管中的空调循环水进行换热,降温后的空调循环水再进入空调,并通过第三调节阀 11、第四调节阀 13、第七调节阀 16、第八调节阀 18 调节流量。

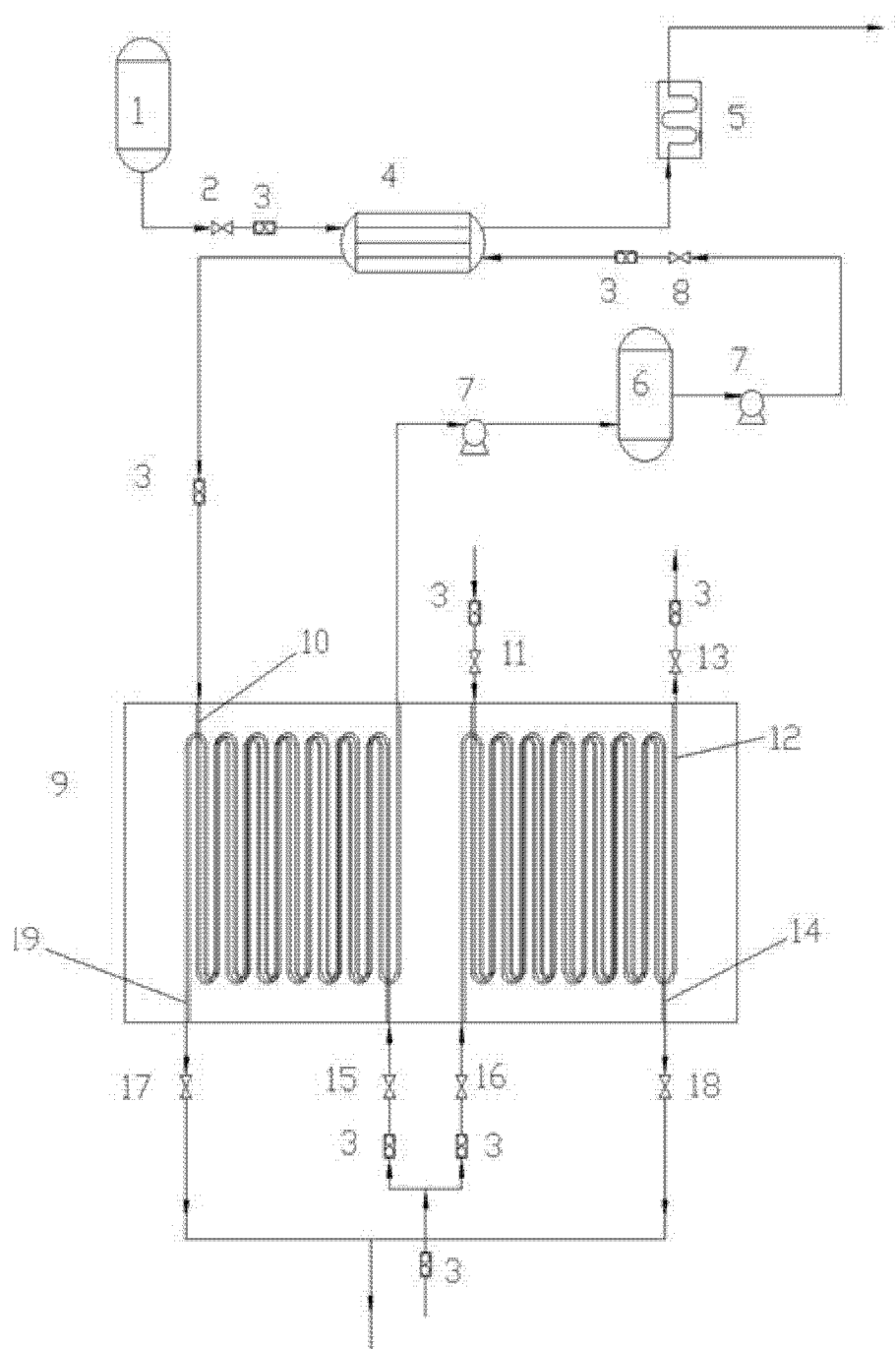


图 1