

生物质直燃型溴化锂吸收式制冷系统的设计分析

摘要 文章利用现已成熟的生物质气化技术,用生物质气化后产生的燃气为能量来源制冷,采用直燃型溴化锂吸收式制冷系统。本系统不仅使农村弃置生物质资源得以回收利用,而且直燃型吸收式制冷系统本身又耗能少,达到了节能与环保的双重效果。

随着经济的发展和农村消费能力的提高,空调在农村的需求逐年增加,这使得在夏季电力系统压力较大。在农村,每年都有大量的秸秆和农业剩余物,这些生物质能是可以转换为清洁燃料的可再生能源。生物质气作为燃气能源驱动空调制冷将成为新能源在实际工作中利用发展的一个目标,而溴化锂吸收式制冷机则是一种以废气、废热、太阳能及生物质能等各种余热为热源,制取高于 0°C 的空调用冷水。它是节能型制冷设备,具有耗能少、振动小噪音低、冷量调节范围宽、性能稳定等优点,节电效果显著,经济性高。本文将从节能的角度考虑,以现有生物质气技术为基础,研究生物质直燃型溴化锂吸收式制冷系统。

1 工作原理与循环

1.发生器; 2.冷凝器; 3.蒸发器; 4.吸收器; 5.冷剂泵;
6.溶液泵; 7.热交换器; 8.节流阀; 9.减压阀

图 1 吸收式制冷机基本组成及工作原理

生物制直燃型溴化锂吸收式制冷机的工作原理可分为以下两个部分。

1) 发生器中产生的冷剂蒸汽在冷凝器中冷凝成冷剂水,经 U 型管进入蒸发器,在低压下蒸发,产生制冷效应。

2) 发生器中出来的浓溶液降压后进入吸收器,吸收由蒸发器中产生的冷剂蒸汽,形成稀溶液,稀溶液由泵输送到发生器,重新加热形成浓溶液。

2 燃烧机的设计

该吸收式制冷系统最关键的是燃烧机的设计。根据生产工艺或空调要求,同时考虑到冷损,制造条件,运转的经济性等因素,取制冷量 $Q_0=1000\text{ kW}$ 。

2.1 生物质燃气的特性

生物质燃气热值一般在 5 MJ/m^3 左右,可燃成分由 CO 、 C_nH_m 、 H_2 、 CH_4 等组成。生物质燃气的热值与生物质的种类、生物质中可燃成分的含量、可燃成分的物理形状及含水率有关系,要保证生物质充分稳定的燃烧,得到较高的燃烧效率,燃烧机自身应具有良好的性能。

2.2 生物质燃烧机应满足的要求

燃烧机是直燃型溴化锂加热器的核心部件,其热力性能的优良将直接影响整个制冷机组的制冷性能。同时燃料为生物质燃气,燃烧机必须符合生物质燃烧的特性,所以应满足

以下要求。

- 1) 燃烧机应有可调节性，以适应不同的热负荷。这是为满足制冷调节所必需的。
- 2) 燃烧机应能够使生物质燃气与空气均匀混合，以保证生物质燃气的充分燃烧。
- 3) 燃烧机应具有较高的燃烧稳定性和安全性，设备在微压状态下运行不发生回火和脱火现象。

4) 合理的换热结构和足够的换热面积。

5) 强化紧凑的传热实现较小的体积和重量。对于溴化锂吸收式制冷机组，我们需要较小的体积和重量，对于燃烧加热器的体积和重量也是这样，因此要求燃烧机的单位加热量应越大越好，这就要求燃烧机的传热布置应紧凑。

6) 燃烧室尺寸应大于等于高温烟气的最小燃烧尺度。高温烟气火焰边沿的最高温度可达到 1500℃左右，燃烧时是一个具有一定直径和长度的射流气团。通常会与金属管壁接触时产生强烈的腐蚀现象，为避免温度很高的高温烟气火焰对金属壁面的腐蚀，燃烧室尺度不能小于高温烟气的最小燃烧尺度。

2.3 燃烧机的设计优点

1) 燃气和空气的混合方式：为了强化空气和燃气的混合，采用了空气和燃气垂直交叉流动的设计方案，使燃气与空气充分、均匀混合后进入燃烧室燃烧。该燃烧机采用预混燃烧方式可以达到很好的效果。

2) 点火方式：采用油燃辅助加热点火。这是由于生物质燃气的热值较低，利用直接点火存在一定难度。

3) 可实现热负荷调整：通过调整供气量来实现热负荷的调整。

2.4 生物质燃气量的计算

燃烧效率的确定：

1) 一般气体的燃烧效率可高达 95%~98%，取 95%。

2) 燃烧低位热值的确定。

生物质气化合的低位热值 Q_d 一般为 4600 kJ/m³。

3) 相关参数的确定。

因为换热器的效率 $\epsilon = 0.75$

所以 $Q = 1.2Q_h / \epsilon = 1.2 \times 1397.4 / 0.75 = 2235.84$ kJ/s。

又因为燃烧效率 $\eta = 0.95$ ，所以

。

2.5 燃烧室的尺寸和形状

燃烧室的尺寸决定于两个因素第一是保证生物质燃气在炉内有足够的燃烧时间。第二是保证生物质燃气在炉内有足够的燃烧空间，空间太小，生物质燃气与空气混合不充分达不到完全燃烧，造不完全燃损失；当然燃烧室容积过大，室内温度过低，燃烧不利，同时增加不必要的投资和金属消耗量。

由资料可知燃烧室体积 V 与生物质燃气流量 V_g 数学关系如下：

$V = 0.0265V_g + 0.0086$

又因为 $V_g = 0.5116$ m³/s，所以 $V = 0.0265 \times 0.5116 \times 3600 + 0.0086 = 48.8$ m³。

为方便起见取 $V = 50$ m³。

燃烧室的形状根据一定的燃烧室空间和一定量的燃气流量情况下，对正方体形、球形和椭圆球形的燃烧室测温度，经验表明椭圆球形燃烧室温度最高，所以燃烧室选择椭圆球

形。

3 结束语

直燃型溴冷机，由于不用 CFC 工质，省去供热锅炉，节能，节电，利于环保，制动力化程度高而被列入优选的空调冷热源之一，采用生物质直接燃烧来制冷，无论从能耗方面，还是从环保方面或者是经济方面来看，生物质直燃制冷都是有很好的前景。

[二手制冷设备回收网](#)

[无锡新天马制冷有限公司](#)

[中国空调制冷设备论坛](#)