

吸收式冷热水机组型式的分析--直燃型溴化锂机组

近年来直燃型溴化锂吸收式热水机组在国内得到了较快的发展。这种机组一机多用，可供夏季空调，冬季采暖，兼顾冷、热水同时供应，使用方便。还可实现能源消耗的季节平衡，是较受广大用户欢迎的一种冷热源设备。

随着我国工业化的进程，燃料结构必将发生变化，将由以固体燃料（煤）为主的燃料结构转变为固体（煤）、液体（油）、气体（可燃气体）多样化的燃料结构。而液体与气体燃料因其运输方便、燃烧效率高，更受青睐。同时，随着我国天然气资源的开发与引进，天然气输送管道的铺设与网络的建立，以及城市煤气化的实现，无疑将给直燃机的发展注入了更大的活力。可以预计我国燃气直燃机的市场将是十分广阔的。

1 直燃型机组的几种形式

1.1 制冷采暖专用机

这种机型用于制冷或通过切换用于供热，只能交替地以一种方式进行运转，而不能同时具备两种功能，如图 1 所示。国内生产的制冷采暖专用机大多数是冷水和热水采用同一回路的机型。也有在高压发生器上另设热水器的机型，如图 2 所示。两种机型均以高压发生器发生的冷剂蒸汽直接加热管内流动的水，前者在蒸发器中加热，后者在热水器中加热。前者由溶液泵送溶液在高压发生器中流动，因而高压发生器中有较好的传热效果；后者除高压发生器外，其余部分均不工作，有利于提高溶液泵的运转寿命，但另设热水器则增加了机组的体积、重量与制造成本；且增加了机组的泄漏点。不管何种方式，加热水的水质管理均非常重要，加热水因水温较高易产生

结垢与腐蚀，应注意换季运转后对传热管的清洗。

国外的直燃机大多数采用在蒸发器中制取冷热水的机型。美国的开利、约克公司以及日本的三洋、三菱、荏原、川崎与日立等公司无不采用此种形式。三洋公司过去在冷暖专用机中，曾采用过加设热水器制取热水的方式；荏原制作所曾采用过将冷却水回路切换成热水回路的机型，此时热水由吸收器进，冷凝器出。但目前均已改成在蒸发器中制取冷热水的机型。

1.2 同时制冷与采暖型

这种机型在工作时可以同时完成制冷与采暖循环，如图 3 所示。在高压发生器上方加设热水器。高压发生器发生的冷剂蒸汽一部分用于制冷，另一部分用于加热热水，这样的制冷系统运转时，既可通过蒸发器制得冷水；又可通过热水器制得热水。

这种机型适用于温、湿度要求较高或恒温、恒湿的空调场所，利用制冷与加热同时进行温、湿度的调节。但这种机型的控制系统较为复杂，以大连三洋公司冷热水同时供应型机组为例，根据制冷与采暖负荷的大小，对燃烧量的控制分为制冷主控制和采暖控制两种模式。制冷主控制时是通过冷水出口温度的变化，采用 **p.i.d**（比例、积分、微分）控制方式控制燃烧量，而热水温度的控制则是根据热水器出口温度的变化，采用 **p**（比例）控制方式控制热水器冷剂凝水排出阀的开度，改变热水器内的传热面积，以调节热水器热负荷；采暖主控制时是通过热水出口温度的变化，采用 **p.i.d** 控制方式控制燃烧量，而冷水温度的控制则是根据冷水出口温度的变化，采用 **p** 控制方式控制低压发生器冷剂凝水排出阀的开度，改变低压发生器内的传热面积以调制冷量。显然，这种控制方式较制冷采暖专用机的控制方式相比，跟踪性有飞跃的发展。但控制方式与控制内容远较制冷采暖专用机复杂得多。

由于热负荷的加大，燃烧器与高压发生器均需相应加大，[溴化锂溶液](#)的充注量也相应增加，这样不仅增加了机组的制造成本，而且增大了机组的热惯性。因而一般情况使用得不多。

1.3 同时制冷、采暖与供应生活热水，即一机三用机型

这种机型可同时制冷、采暖与提供生活热水，图 4 为一机三用机之一，它可以以五种模式工作：（1）夏季单独制冷，（2）夏季同时制冷与提供生活热水，（3）冬季单独采暖，（4）冬季

同时采暖与提供生活热水，（5）春秋季单独提供生活热水。

图 2 所示直燃机是另一种一机三用的机型，与图 4 机型相比，提供采暖用热水与生活用热水均设置于高压发生器上部的加热器中。一机三用机型早在日本已有产品，且有不少专利，但从未列入系列产品，仅作为非标设备生产。为此笔者认为在设备的合理匹配、管理使用与能源利用的经济性方面，这种多功能机组究竟对系统有何好处是值得进一步研究的。

(1)直燃型溴化锂吸收式冷热水机组初始投资费用较大，设备的工艺要求极严，维护保养要求较高，其制冷与采暖功能又是用户工作、生活条件及工艺生产正常进行的必要保证，因而确保设备的安全可靠工作是非常必要的。用这种重要的设备去扩大某些常规的功能应用，笔者认为未必合理和合算，特别在春秋季节，专用此设备去制取生活用水更不适宜。此时虽然仅高压发生器工作，但高发是机组中温度最高，工作条件最恶劣的部件，高发常年处于工作状态，加剧了金属材料的腐蚀，就机组的安全运转与寿命而言是不利的。而且生活热水的热负荷仅占机组燃烧器额定负荷的一小部分，燃烧器常处于部分负荷下工作，燃烧效率下降；另外，生活热水在一天中负荷变化大，最大与最小负荷之比可达十几倍，均导致启停频繁，还影响到燃烧器的使用寿命。

(2)一机三用机的动力源是燃烧器，三种用途不同的性能控制都要通过燃烧器的调节来实现，这种调节系统更较上述同时制冷与采暖机复杂，调节难度更高，难以相互匹配，很可能顾此失彼，或使主要的功能受到影响，这就给机组的操作运行带来诸多不便。

此外，按直燃机部分负荷性能规定，机组应能在 100%~30%（燃油）或 100%~25%（燃气）制冷（供热）量范围内正常调节。低负荷量是由燃烧器的调节范围决定的。加大了燃烧器的容量就不能与低负荷量相匹配，如 30%燃烧器的容量必然大大超过制冷（供热）量 30%时所需要的燃烧器容量。从而也降低了机组的部分运转性能。且无法实施机组在规定的最小负荷下稳定运转。

(3)生活热水由专用设备提供较好，更具经济性，这是因为燃油/燃气热水器热效率高（多达 90%以上），同时由于直燃机高压发生器中的温度较高，产生出的加热蒸汽为过热蒸汽，加热生活热水后生成的凝水，和溶液混和后需加热至沸点方能产生蒸汽，这一段的加热量是不可克服的热损失，计算可得，采用直燃机高压发生器，以溴化锂溶液为工质与采用热水器，以水为工质比较，

所需的加热量要增加 8%左右。

(4)一机三用机势必加大高压发生器的负荷，同时也增加了机组控制的难度，其运行的可靠性受到了挑战。为此我国的空调行业一直持慎重态度。国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》（送审稿）提出：

选用直燃机组应符合以下原则：

a) 按冷负荷选型，并考虑冷、热负荷与机组供冷，供热量的匹配；

b) 当负荷大于机组供热量时，不应用加大机型的方式增加供热量；当通过技术改造，比较经济合理时，可加大高压发生器和燃烧器以增加供热量，但增加的供热量不宜大于机组原供热量的 50%。

为了更明确阐述上述条文的含义，又增加了说明：

“直燃机组的供热量一般为供冷量的 80%（按各生产厂及型号不同大致在 75~85%左右），这是标准的配置，也是较经济合理的配置，选择标准型当然是最经济合理的，我国多数地区（需要供应生活热水除外）都能满足要求。当热负荷大于机组供热量时，用加大机组型号的方法是不可取的，因为要增加投资，降低机组效率。加大高压发生器和燃烧器虽然可行，但也应有限制，否则会影响机组高、低压发生器的匹配，同样造成低效，导致能耗增加”

规范又告诫设计选型者：采用供冷（温）及生活热水三用直燃机时，尚应符合下列要求：

a 完全满足冷（温）水与生活热水日负荷变化和季节负荷变化的要求，并达到实用、经济、合理；

b 设置与机组配合的控制系统，按冷（温）水及生活热水的负荷需求进行调节；

c 当生活热水负荷大，波动或使用要求高时，应另设定专用热水机组供给生活热水。

同时也增加了说明：

“直燃机是价格昂贵的设备，尤其是三用机，要搞好合理匹配，系统控制提高能源利用率是设计选型的关键，当难以满足生活热水供应要求又影响供冷（温）质量时，应另设专用热水机组提供生活热水。”

2 结论

2.1 就直燃型冷热水机组而言，制冷或采暖是主要的功能，采暖时的热负荷应受制于与制冷能力相匹配的燃烧器的能力。在此基础上为增设其它的功能，而加大直燃式发生器与燃烧器的能力，既不经济且控制复杂。

2.2 提供生活用热水的一机三用直燃机组，虽可节省热水锅炉，但经济性差，控制系统复杂，难以相匹配，对直燃机组主要功能（制冷与采暖）的能量控制与稳定运行均会带来不利的影响。笔者认为，为了提供生活热水而加大直燃机高发的容量是不可取的。除在一些对空间有特定要求的场合，作为特殊的情况采用一机三用直燃机组外，对于一些使用热水量较大的宾馆、大楼建筑，使用提供生活用热水的直燃机组，则是弊多利少，还是直燃型机组另加热水器的组合更为合适。

[空调制冷设备论坛](#)

[二手制冷设备回收网](#)