

高温螺杆式冷水机组及其试验研究^{*}

浙江盾安人工环境股份有限公司 王红燕[☆] 方旭东 杜立卫
合肥通用机械研究院 张秀平 蒋德伦 贾 磊

摘要 介绍了用于温湿度独立控制系统的高温冷水机组的工作原理和结构,给出机组的设计性能指标;并通过研究高温冷水机组在较高蒸发温度及不同冷凝温度下 COP 的变化规律,获得一些有参考价值的实验数据,为节能空调系统优化设计提供参考。

关键词 温湿度独立控制系统 节能 高温冷水机组

High temperature screw chiller and its experiment

By Wang Hongyan[★], Fang Xudong, Du Liwei, Zhang Xiuping, Jiang Delun and Jia Lei

Abstract Presents the principle and structure of the high temperature screw chiller used in temperature and humidity independent control (THIC) air conditioning system. Gives its design performance parameters. Obtains some useful test data through studying COP varying under high evaporating temperature and different condensing temperatures, which can be used as a reference for the optimization of energy saving air conditioning system designing.

Keywords temperature and humidity independent control system, energy efficiency, high temperature chiller

★ Zhejiang Dun'an Artificial Environmental Co., Ltd., Zhuji, Zhejiang Province, China

①

高温螺杆式冷水机组作为温湿度独立控制系统的一个重要组成设备,可提供 16~18℃ 的高温冷水,通过显冷设备来消除室内显热,使冷源设备的效率大幅提高^[1-2]。本文从实验的角度探索高温螺杆式冷水机组的性能,为该产品的研发及温湿度独立控制系统的节能研究提供技术支持。

1 实验研究

1.1 实验目的

测试高温螺杆式冷水机组在高温冷水工况下的变工况性能,分析机组在不同工况下的运行数据。

1.2 系统工作原理

如图 1 所示,经过压缩后的制冷剂气体进入油分离器分离润滑油后进入冷凝器,与冷却水换热被冷凝成中温高压液体,经膨胀阀节流降压后进入蒸发器,吸收高温冷水的热量蒸发成低温低压的气体被压缩机吸入,再经压缩机进入下一次的制冷循环。

1.3 高温冷水机组设备的改进

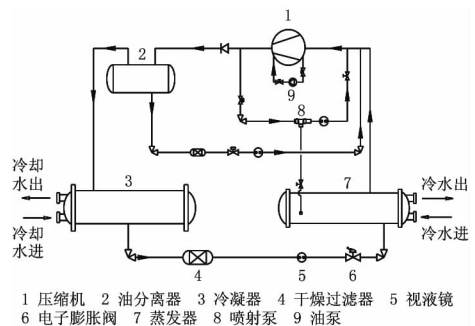


图 1 系统原理

与常规的冷水机组相比,高温冷水机组最大的特点为压缩机处于小压缩比工况下运行。这就需要对常规冷水机组采取相应措施来提高蒸发温度、降低冷凝温度,满足输出高温冷水的要求。一方面可提高蒸发器的传热系数或增加蒸发器、冷凝器传热面积来提高蒸发器和冷凝器的传热性能;另一方面需要改善压缩机的性能来达到目的^[3]。对于螺

①☆ 王红燕,女,1975 年 5 月生,大学,工程师
311835 浙江省诸暨市店口工业区中央路 196 号
(0575) 87662275

Email: zjsywhy@163.com

收稿日期: 2010-09-19

* 国家“十一五”科技支撑计划项目(编号:2006BAJ01A08)

杆冷水机组,需设计内容积比较小的回转式压缩机,不仅可有效降低机组输入功率,而且可提高机组能效比。采用的制冷剂为 R134a,机组在高温出水条件下高、低压差小,需考虑特殊装置以提升高压,确保机组回油正常。由于蒸发器的蒸发温度较高,润滑油在制冷剂中的溶解性好,势必会造成回油困难。首先采用卧式机械分离和吸附分离结合的三级分离结构,保证润滑油的高效分离;其次设计引射泵及全吸气浓缩回油系统,确保压缩机长时间运行不缺油;最后采取油路平衡措施,确保每台压缩机内油位高度一致,保证机组安全可靠运行^[4]。

2 高温螺杆式冷水机组的实验分析

在温湿度独立控制系统中,由于除湿的任务由处理潜热的系统承担,因而显热控制系统的冷水供水温度由常规空调系统中的 7℃ 提高到 18℃ 左右,考虑到管路的能量损失及另外一些安全因素^[4],故取冷水出水温度为 16℃。以 SLB610MG 型号的高温螺杆式冷水机组为例进行测试。制冷剂采用 R134a。机组额定制冷量为 605 kW,冷水流量为 104 m³/h,冷却水流量为 120 m³/h、设计工况机组冷却水进口温度为 30℃。对以下 4 种不同工况的性能进行测试:1) 冷水出口温度变化;2) 冷水进出口温差变化;3) 冷却水进水温度变化;4) 部分负荷运行。

2.1 冷水出口温度变化对机组性能的影响

GB 18430.1—2007^[5] 规定,冷水机组额定工况冷水出水温度为 7℃,目前尚未有高温冷水机组的国家标准。在本次测试中,冷水及冷却水流量近似保持不变,同时调节冷却水的进水温度近似保持 30℃,改变冷水出口温度,对机组的各项性能进行测试,结果见表 1。

表 1 机组性能随冷水出口温度的变化

	工况				
	1	2	3	4	5
冷水流量/(m ³ /h)	101.1	103.2	105.6	103.1	102.6
冷水出水温度/℃	7.02	10.01	13.96	15.97	17.86
冷水进水温度/℃	10.66	14.09	18.57	21.03	23.28
冷却水流量/(m ³ /h)	120.9	120.5	120.9	120.0	121.8
冷却水进水温度/℃	29.81	30.00	30.00	29.84	29.95
冷却水出口温度/℃	33.46	34.11	34.6	34.73	35.07
压缩机输入功率/kW	84.45	85.96	87.60	89.01	90.68
制冷量/kW	429.44	490.00	565.60	605.79	645.13
COP	5.08	5.70	6.46	6.81	7.11

结果表明,随着冷水出口温度的升高,机组的功率、制冷量均随之增加,但功率的增幅较小,而制冷量的增幅较大。冷水出口温度每提升 1℃,制冷量平均增幅为 3.0%~4.6%,功率平均增幅为 0.45%~0.90%,COP 平均增幅为 2.4%~4.0%。故适当提高冷水机组的冷水出口温度,机组的效率将会更高。

2.2 冷水进出口温差变化对机组性能的影响

在冷水进出口温差变化工况下(温差分别控制在 5,4,3℃ 左右),同时调节冷却水进水温度近似保持 30℃,冷却水量近似不变,记录不同温差下的数据,测试结果见表 2。

表 2 机组性能随冷水进出口温差的变化

	工况		
	1	2	3
冷水流量/(m ³ /h)	103.1	130.0	171.9
冷水出水温度/℃	15.97	16.03	16.02
冷水进水温度/℃	21.03	20.07	19.03
冷却水流量/(m ³ /h)	120.00	122.67	122.23
冷却水进水温度/℃	29.84	30.16	30.07
冷却水出口温度/℃	34.73	34.94	34.87
压缩机输入功率/kW	89.01	89.26	89.10
制冷量/kW	605.8	603.9	601.4
COP	6.81	6.77	6.75

表 2 测试数据表明,在冷水出水温度不变的情况下,随着冷水进/出口温差的加大,机组的功率及制冷量变化不大,最大波动范围在 2% 以内。相对而言,温差大时 COP 稍高,此时冷水量也较小,水泵的功率下降,减少了系统设备的投资。

2.3 冷却水进水温度变化对机组性能的影响

在冷却水进水温度变化工况下,冷水、冷却水流量保持不变,同时调节冷水出水温度保持在 16℃,改变冷却水进水温度,对机组的各项性能进行测试,测试结果见图 2,3。

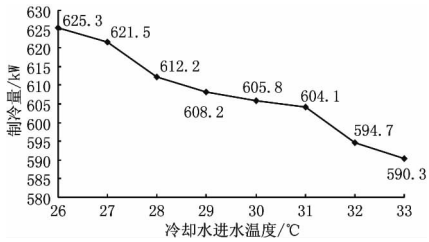


图 2 机组制冷量随冷却水进水温度的变化

从图 2,3 可以看出,在定流量、冷水 16℃ 出水情况下,随着冷却水进水温度升高,机组的制冷量和能效比随之下降,当冷却水进水温度每升高 1

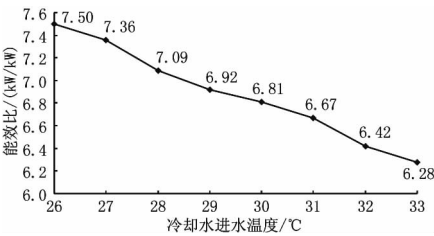


图3 机组能效比随冷却水进水温度的变化

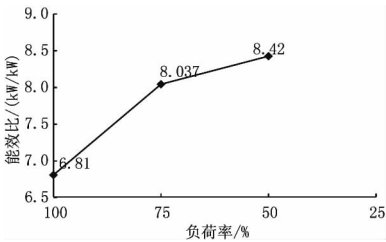


图4 部分负荷能效比

℃,制冷量将下降 1%,能效比将下降 2%~4%。

因此在定流量情况下,冷却水进水温度变化远比冷水出水温度变化对机组功率的影响大。因此选择合适的冷却水进水温度对能效比具有重大意义。

2.4 部分负荷运行工况时机组性能

根据 GB 18430.1—2007,冷水机组满负荷运行时间仅仅占运行时间的 2.3%,而负荷率 75%,50%,25%的运行时间却分别占到运行时间的 41.5%,46.1%和 10.1%,在评价机组的经济性时,主要从部分负荷性能出发。保持机组冷水出口温度近似 16℃,调整负荷从 100%开始逐渐下降,测试机组 COP 值和制冷量的变化情况。测试结果见表 3。

表3 机组部分负荷运行工况测试数据

	负荷率/%		
	100	71.9	62.3
冷水流量/(m³/h)	103.1	104.6	105.0
冷水出水温度/℃	15.97	15.77	15.50
冷水进水温度/℃	21.03	19.35	18.60
冷却水流量/(m³/h)	120.0	119.9	122.0
冷却水进水温度/℃	29.84	25.87	23.40
冷却水出口温度/℃	34.73	29.31	26.30
压缩机输入功率/kW	89.01	53.12	43.60
制冷量/kW	605.79	435.20	377.00
COP	6.81	8.19	8.64

图 4 为机组负荷率 100%,75%,50%时的部分负荷工况下的变化曲线。50%负荷运行工况比 100%负荷能效比增加了 24%,节能效果明显。

• 会讯 •

第 17 届集中式空调高级研讨会

2010 年 12 月 15 日北京制冷学会举办了第 17 届集中式空调高级研讨会。研讨会由中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院副院长路宾主持。会议就集中空调系统节能、地铁空调系统节能、大型公共建筑空调能耗计量、制冷

3 结论

与常规制取 7℃冷水的冷水机组相比,高温冷水机组的冷水温度显著提高(由 7℃提高到 16℃左右),制冷量增加,有效提高了机组的 COP;在部分负荷条件下或冷却水温度降低时运行,其性能更为优越。

样机的性能测试结果表明,高温冷水机组可以满足温湿度独立控制系统的需求,处理显热负荷的空调冷水温度从常规的 7℃提高到 16℃,为温湿度独立控制系统的节能研究提供了技术支持。

参考文献:

[1] 中华人民共和国建设部,中华人民共和国财政部. 关于加强国家机关办公建筑和大型公共建筑节能管理工作的实施意见(建科[2007]245 号)[EB/OL]. http://www.gov.cn/zwggk/2007-10/29/content_788896.htm

[2] 刘晓华,江亿. 温湿度独立控制空调系统[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2006

[3] 吴业正,韩宝琦. 制冷原理与设备[M]. 西安:西安交通大学出版社,1997

[4] 董天禄,华小龙,姚国琦,等. 离心式/螺杆式制冷机组及应用[M]. 北京:机械工业出版社,2001

[5] 中国机械工业联合会. GB/ T 18430.1—2007 蒸气压缩循环冷水(热泵)机组 第 1 部分:工业或商业用及类似用途的冷水(热泵)机组[S]. 北京:中国标准出版社,2008

机实际工况性能评价、土壤源热泵设计方法进行了技术探讨。北京市建筑设计研究院顾问总工程师吴德绳教授作了会议总结。近百人参加了会议。

(本刊特约通讯员 吴延鹏)