



中华人民共和国国家标准

GB/T 31512—2015

水源热泵系统经济运行

Economic operation of water-source heat pump systems

2015-05-15 发布

2015-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国能源基础与管理标准化技术委员会(SAC/TC 20)提出并归口。

本标准起草单位:合肥通用机械研究院、中国标准化研究院、合肥通用机电产品检测院、深圳麦克维尔空调有限公司、广东欧科空调制冷有限公司、珠海格力电器股份有限公司广东美的暖通设备有限公司、合肥通用环境控制技术有限责任公司。

本标准主要起草人:成建宏、张明圣、李芳、李燕、潘李奎、张平、王汝金、张龙、郑崇开。

水源热泵系统经济运行

1 范围

本标准规定了水源热泵系统经济运行的基本要求、评价指标与方法、测试方法和管理措施。
本标准适用于以水为冷(热)源,户用、工商业用和类似用途的电动机械压缩式水源热泵系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 17981 空气调节系统经济运行

GB/T 19409 水(地)源热泵机组

GB 50366 地源热泵系统工程技术规范

3 术语和定义

GB/T 17981、GB/T 19409 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水源热泵系统 water-source heat pump systems

水源热泵机组及与之相配套的水系统(包括水泵、冷却塔等)和风系统所组成的总体(以下简称“系统”)。

3.2

经济运行 economic operation

在满足工艺要求、生产安全和运行可靠的基础上,通过对水源热泵系统进行科学管理、运行工况调节或技术改进,使系统达到合理匹配,从而实现系统耗能低、经济性好的运行方式。

3.3

系统制冷运行效率 system energy efficiency ratio; EERs

水源热泵系统在计量周期内制取的累计制冷量与系统消耗的总用电量之比。

3.4

系统制热运行效率 system coefficient of performance; COPs

水源热泵系统在计量周期内制取的累计制热量与系统消耗的总用电量之比。

4 系统经济运行的基本要求

4.1 基本要求

系统经济运行应符合 GB/T 17981 规定的基本要求。

4.2 对系统使用环境的要求

4.2.1 水源热泵机组的冷(热)源的运行温度应在产品说明书中明确规定的温度范围内,且应接近水源

热泵机组变工况运行的高效范围,应避免超出 GB/T 19409 规定的水源热泵机组正常工作的运行温度范围。

4.2.2 对冷(热)源的水质要求如下:

- a) 水源热泵机组冷(热)源水质的一般要求见表 1。
- b) 若水源热泵机组使用现场的水质达不到表 1 的要求,则应采取相应措施,以降低水质不达标而导致的对机组换热性能的影响。

表 1 冷(热)源水质

项 目		基准值	倾 向		
			腐 蚀	结 垢	
基准项	酸碱度 pH(25 ℃)		6.5~8.0	O	O
	导电率(25 ℃)	$\mu\text{S}/\text{cm}$	<800	O	O
	氯离子 Cl^-	$\text{mg}(\text{Cl}^-)/\text{L}$	<200	O	
	硫酸根离子 SO_4^{2-}	$\text{mg}(\text{SO}_4^{2-})/\text{L}$	<200	O	
	酸消耗量(pH=4.8)	$\text{mg}(\text{CaCO}_3)/\text{L}$	<100		O
	全硬度	$\text{mg}(\text{CaCO}_3)/\text{L}$	<200		O
参考项目	铁 Fe	$\text{mg}(\text{Fe})/\text{L}$	<1.0	O	O
	硫离子 S^{2-}	$\text{mg}(\text{S}^{2-})/\text{L}$	检验不出	O	
	铵离子 NH_4^+	$\text{mg}(\text{NH}_4^+)/\text{L}$	<1.0	O	
	氧化硅 SiO_2	$\text{mg}(\text{SiO}_2)/\text{L}$	<50		O
注：“O”表示腐蚀或结垢倾向的有关因素。					

4.2.3 在有可能冻结的地区,闭式循环系统中水源热泵机组的(冷)热源侧的水中应添加防冻剂,添加防冻剂后的水溶液的冰点宜比设计最低运行水温低 3 ℃~5 ℃。

4.2.4 对于地下水式和地下环路式水源热泵系统,在方案设计前应进行工程场地状况调查,并应对浅层地热能资源进行勘察。

4.3 对系统的要求

4.3.1 设计的要求

系统的设计要求如下:

- a) 系统设计应以经济运行作为前提,并应对设计方案的系统制冷运行效率(EERs)和系统制热运行效率(COPs)进行评估。
- b) 地下环路式系统设计应进行全年动态负荷计算,最小计算周期为 1 年。计算周期内,系统的总释热量宜与其总吸热量平衡。
- c) 当地下环路式系统的最大吸热量与最大释热量相差较大时,宜采用辅助散热(如增加冷却塔)或辅助供热。
- d) 水平埋管的地下环路式系统,其水平环路集管坡度宜为 0.002。
- e) 竖直埋管的地下环路式系统,其埋管深度宜大于 20 m。
- f) 地下水式系统抽水井和回灌井的数目应满足持续出水量和完全回灌的需求,且应符合 GB 50366 的要求。
- g) 地下水式系统的抽水井和回灌井应能相互转换,其间应设排气装置;抽水管和回灌管上均应设

置水样采集口及监测口。

- h) 系统的(冷)热源侧、使用侧水系统均宜采用变流量设计。
- i) 系统中的水管路系统应尽量减小阀门和过滤器的阻力。

4.3.2 选型的要求

系统的选型要求如下：

- a) 水源热泵机组应能满足使用的要求,应根据使用现场的情况[如负荷大小、(冷)热源侧水温和水量等]选择合适的机型。
- b) 水源热泵机组及系统其他主要用能设备宜选用能效等级达到 2 级及以上的产品。
- c) 应根据负荷大小选择水源热泵机组的台数。
- d) 设计运行工况点应在水源热泵机组制造厂规定的经济工作区内。
- e) 建议可根据使用现场情况选用效率高的水泵组合;水泵应与机组的冷量相匹配,应选择使用负荷在其高效运行范围内的水泵。
- f) 冷却塔可选用单台或多台,应与机组的冷量相匹配,冷却塔风机宜采用变风量调节。

4.3.3 施工的要求

系统的施工要求如下：

- a) 应按照设备制造厂的规定以及设计文件和施工图纸进行施工。
- b) 除按规定的方式进行试验所需要的装置和仪器的连接外,未经规定程序批准和确认,不能对系统进行更改和调整。
- c) 地下环路式系统在地埋管换热器安装前后均应对管道进行冲洗。
- d) 地下水式系统的抽水井和回灌井在成井之后应及时洗井,洗井结束后应进行抽水试验和回灌试验。
- e) 地表水系统在安装前后应对管道进行冲洗,并在系统安装过程中进行水压试验。

4.4 经济运行的要求

4.4.1 运行调度

间歇运行的水源热泵机组应根据实际需要选择合理运行时间。

4.4.2 机组的经济运行

机组的经济运行包括：

- a) 水源热泵机组应具有能量调节功能,应根据实际水温的高低调节输出的冷量或热量。
- b) 当单台水源热泵机组的能力满足实际负荷时,应只开启单台机组;当开启多台机组时,应尽量使每台机组都处在高效运行状态。

4.4.3 水系统的经济运行

水系统的经济运行包括：

- a) 系统中应安装压力传感系统来控制水流量以适应负荷的变化,同时对冷却塔的出水温度也应进行监视及控制。
- b) 冷冻水系统循环水泵和冷却水系统循环水泵的流量和运行台数应满足水源热泵机组的运行要求。
- c) 应综合考虑冷却塔的性能对水源热泵机组耗能的影响,调节冷却塔风机的风量,使冷却塔出水

温度接近室外空气湿球温度,应保证冷却塔周围通风良好。

- d) 地下环路式系统在制冷运行期间,地埋管换热器出口最高温度宜低于 33 ℃;制热运行期间,不添加防冻剂的地埋管换热器出口最低温度宜高于 4 ℃。
- e) 考虑到因水质影响而导致的结垢对机组换热系数的影响,当水源热泵机组换热器换热温差比刚清洗过后的机组或新机组的温差值高出 1.0 ℃时,应对水源热泵机组的水系统进行清洗。

4.4.4 风系统的经济运行

对于冷热风型水源热泵机组的风系统的经济运行要求应满足 GB/T 17981 的要求。

4.5 系统用能分项计量

4.5.1 用电量分项计量[单位为千瓦时(kW·h)]

计量周期内系统中各类设备的用电量应分项计量,包括:

- a) 水源热泵机组总用电量;
- b) 冷冻水系统循环水泵总用电量;
- c) 冷却水系统循环水泵总用电量;
- d) 冷却塔风机总用电量;
- e) 辅助设备用电量(若辅助设备不是用电设备,应将其能耗转化为用电量)。

4.5.2 累计制冷负荷、累计制热负荷[单位为千瓦时(kW·h)]

应对计量周期内系统的累计制冷量、累计制热量分别进行计量。

4.5.3 系统用能计量要求

对 4.5.1~4.5.2 中规定的系统用能分项计量时,应按固定时间间隔记录,建议时间间隔为 24 h。宜采用自动记录,集中监测。

系统记录的主要参数参照附录 A。

4.5.4 分项计量数据统计分析

应对用能数据定期进行统计分析,并按照本标准第 5 章所规定的评价指标和方法,指导水源热泵系统经济运行。

5 系统经济运行的评价指标与方法

5.1 系统制冷运行效率(EERs)

5.1.1 计算公式

计算公式见式(1):

$$EERs = \frac{Q_c}{N_c} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

EERs ——系统制冷运行效率,单位为千瓦时每千瓦时(kW·h/kW·h);

Q_c ——计量周期内系统的累计制冷量,单位为千瓦时(kW·h);

N_c ——计量周期内系统制冷运行消耗的总用电量(包括水源热泵机组总用电量、冷冻水系统循环水泵总用电量、冷却水系统循环水泵总用电量、冷却塔风机总用电量和辅助设备总用

电量),单位为千瓦时(kW·h)。

5.1.2 评价方法

EERs 用于评价各计量周期内水源热泵系统的制冷经济运行情况对比。

5.2 系统制热运行效率(COPs)

5.2.1 计算公式

计算公式见式(2):

$$\text{COP}_s = \frac{Q_h}{N_h} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

COP_s ——系统制热运行效率,单位为千瓦时每千瓦时(kW·h/kW·h);

Q_h ——计量周期内系统的累计制热量,单位为千瓦时(kW·h);

N_h ——计量周期内系统制热运行消耗的总用电量(包括水源热泵机组总用电量、冷冻水系统循环水泵总用电量、冷却水系统循环水泵总用电量、冷却塔风机总用电量和辅助设备总用电量),单位为千瓦时(kW·h)。

5.2.2 评价方法

COPs 用于评价各计量周期内水源热泵系统的制热经济运行情况对比。

5.3 对运行不经济系统的评估及改进

系统在计量周期一致、使用环境差异很小的情况下,若系统运行的 EERs 值、COPs 值出现明显下降,则认为系统未达到经济运行要求。

对运行不经济系统,应进行节能诊断,并做出评估报告。报告内容应包括系统构成及运行概况、检测方法与分析、预防及管理措施、提高能效的改进措施等。评估报告应保存两年以上。实施改进措施后,应对改进效果进行检测,提供检测报告。

6 系统经济运行测试方法

6.1 测试条件

测试应在如下条件下进行:

- a) 测试前不应对系统做任何改动;
- b) 系统应在稳定的电压、温度和压力下运行。

6.2 测量仪器仪表要求

6.2.1 测量仪器仪表应符合以下要求:

- a) 有功电能表的准确度应不低于 1.5 级;
- b) 有功功率表的准确度应不低于 1.0 级;
- c) 流量计的准确度应不低于 1.5 级;
- d) 压力表的准确度不应低于 1.0 级;
- e) 温度计的精度不应低于 ± 0.2 °C。

6.2.2 测量仪器仪表应定期检定或校准。

6.3 测量方法

6.3.1 测量时应符合以下要求：

- a) 在进行系统测试前,应收集并核对设备原始技术数据和运行数据;
- b) 记录期内系统宜采用在线测量和记录数据方法;对没有安装在线测量仪器仪表的系统,测量的间隔应反映系统负荷变化规律。

6.3.2 水源热泵机组的试验方法应符合 GB/T 19409 的规定。

6.4 测试数据处理

验证数据的有效性后,应按照 5.1 或 5.2 进行计算,并按照 5.3 对系统运行状况进行评价。

7 系统经济运行管理措施

7.1 系统经济运行管理应有专人负责,应加强管理人员和操作人员的培训。

7.2 应建立运行管理、维护、检修等规章制度,包括:

- a) 按制造厂的使用说明书进行维护保养,发现异常及时处理;
- b) 定期检修机组设备,及时更换损坏零部件。

7.3 应有运行记录、监测和检查记录、交接班记录,严格执行有关节能管理制度。

7.4 系统运行管理部门应按本标准制定系统经济运行操作手册。

7.5 系统运行管理部门应每月对能耗数据进行分析,对经济运行状况进行评价,对能耗浪费现象进行整改。

附 录 A
(资料性附录)
水源热泵系统运行记录

水源热泵系统运行记录表见表 A.1。

表 A.1 水源热泵系统运行记录

机组型号：		机组编号：							
计量周期：									
安装位置：									
记录项目	单位	1	2	3	4	5	6	7	8
测试时间段	—								
环境干球温度	℃								
环境相对湿度	%								
冷冻水进水温度	℃								
冷冻水出水温度	℃								
冷冻水流量	m ³ /h								
蒸发压力	kPa								
冷冻水压力损失	kPa								
冷却水进水温度	℃								
冷却水出水温度	℃								
冷却水流量	m ³ /h								
冷凝压力	kPa								
冷却水压力损失	kPa								
水源热泵机组总用电量	kW								
冷冻水系统循环水泵总用电量	kW								
冷却水系统循环水泵总用电量	kW								
冷却塔风机总用电量	kW								
冷却塔出水温度	℃								