



CECS 362 : 2014

中国工程建设协会标准

热源塔热泵系统应用 技术规程

Technical specification for heat-source-tower
heat pump system

中国计划出版社

中国工程建设协会标准

热源塔热泵系统应用
技术规程

Technical specification for heat-source-tower
heat pump system

CECS 362 : 2014

主编单位：中国建筑科学研究院
江苏辛普森新能源有限公司
批准单位：中国工程建设标准化协会
施行日期：2014年4月1日

中国计划出版社

2014 北 京

中国工程建设标准化协会公告

第 158 号

关于发布《热源塔热泵系统应用技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2012 年第一批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2012〕57 号)的要求,由中国建筑科学研究院、江苏辛普森新能源有限公司等单位编制的《热源塔热泵系统应用技术规程》,经中国工程建设标准化协会组织审查,现批准发布,编号为 CECS 362 : 2014,自 2014 年 4 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会
二〇一四年一月二十三日

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2012 年第一批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2012〕57 号)的要求,制定本规程。

热源塔热泵系统是以室外空气为冷热源,以热源塔为排热和取热装置,采用蒸气压缩式热泵技术为建筑物提供供冷、供热和加热生活热水的系统。为便于工程设计人员,施工安装人员更好地了解 and 掌握该系统设计、施工和验收要求,特编制本规程。

本规程是在总结国内外工程应用实践经验的基础上,经过广泛调查研究和多项实测后编制而成。

本规程内容包括:总则、术语、主要设备与材料、系统设计、施工安装、调试与验收及运行与维护。

本规程由中国工程建设标准化协会归口管理,由中国建筑科学研究院(地址:北京市北三环东路 30 号,邮政编码:100013)负责技术内容的解释。本规程在执行过程中如发现需要修改和补充之处,请将意见和有关资料寄送解释单位。

主 编 单 位: 中国建筑科学研究院

江苏辛普森新能源有限公司

参 编 单 位: 国家空调设备质量监督检验中心

扬州大学

南京师范大学

天津大学

华融置业有限责任公司

湖南大学

重庆大学

湖南秋克热源塔热泵科技工程有限公司

长沙东尤工程设备有限公司

扬州辛普森工程设备有限公司

第二炮兵工程设计研究院

主要起草人：路 宾 王志林 杨 强 马荣生 夏学鹰

李惟毅 戴立生 李念平 卢 军 周伟东

殷叔靖 黄德祥 罗 翌 刘博成 黄国和

刘秋克 殷 浪 李 静 孔 佳

主要审查人：郎四维 叶 鸣 张建忠 金樟其 王 为

戎向阳 毕月虹

目 次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 主要设备与材料	(3)
3.1 热源塔	(3)
3.2 热源塔热泵机组	(4)
3.3 溶液浓缩装置	(5)
4 系统设计	(6)
4.1 一般规定	(6)
4.2 热源塔设计选用	(6)
4.3 热源塔热泵机组设计选用	(7)
4.4 溶液浓缩装置设计选用	(7)
4.5 管路系统及材料设计选用	(8)
5 施工安装	(10)
5.1 一般规定	(10)
5.2 施工准备	(10)
5.3 安装	(11)
6 调试与验收	(13)
6.1 一般规定	(13)
6.2 设备调试	(13)
6.3 系统调试	(14)
6.4 工程验收	(15)
7 运行与维护	(16)
本规程用词说明	(17)
引用标准名录	(18)
附:条文说明	(19)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Main equipments and materials	(3)
3.1	Heat-source-tower	(3)
3.2	Heat-source-tower heat pump units	(4)
3.3	Solution concentration device	(5)
4	System design	(6)
4.1	General requirements	(6)
4.2	Design and selection of heat-source-tower	(6)
4.3	Design and selection of heat-source-tower heat pump units	(7)
4.4	Design and selection of solution concentration device	(7)
4.5	Design and selection of pipeline systems and materials	(8)
5	Construction and installation	(10)
5.1	General requirements	(10)
5.2	Construction preparation	(10)
5.3	Installation	(11)
6	Testing and acceptance	(13)
6.1	General requirements	(13)
6.2	Testing of equipments	(13)
6.3	Testing of system	(14)
6.4	Acceptance of engineering	(15)
7	Operation and maintenance	(16)

Explanation of wording in this specification	(17)
List of quoted standards	(18)
Addition; Explanation of provisions	(19)

1 总 则

1.0.1 为贯彻建筑节能减排政策,使热源塔热泵系统做到技术先进、经济合理、安全适用,保证工程质量,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于以室外空气为冷热源,以热源塔为排热和取热装置,采用蒸气压缩式热泵技术进行供冷、供热的系统工程的设计、施工安装和调试验收。热源塔热泵系统适用于冬季室外计算空气干球温度在 $2^{\circ}\text{C}\sim-8^{\circ}\text{C}$ 的地区。

1.0.3 热源塔热泵系统的设计、施工安装和调试验收除应符合本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 热源塔热泵系统 heat-source-tower heat pump system

以室外空气为冷热源,由热源塔热交换系统、热源塔热泵机组、建筑物内系统组成的可为建筑物供冷、供热的系统。

2.0.2 热源塔热交换系统 heat-source-tower heat exchange system

传热介质在循环泵的驱动下,将空气中的显热能和潜热能通过热源塔加以利用的热交换系统。

2.0.3 热源塔 heat-source-tower

传热介质与空气进行热交换并为热泵机组提供连续冷、热源的塔式换热装置。按照传热介质和空气的接触方式,热源塔分为开式热源塔、闭式热源塔。

2.0.4 传热介质 heat-transfer fluid

在热源塔和热源塔热泵机组之间循环流动,在热源塔内与空气、在热泵机组内与制冷剂进行热交换的一种液体。

2.0.5 热源塔热泵机组 heat-source-tower heat pump unit

与热源塔相配套的低温型水源热泵机组。

2.0.6 溶液浓缩装置 solution concentration device

对防冻溶液进行浓缩的装置。

2.0.7 飘液率 solution drifting ratio

热源塔冬季运行时,单位时间内从出风筒飘出的防冻溶液量与防冻溶液循环流量之比。

3 主要设备与材料

3.1 热 源 塔

3.1.1 热源塔的设计参数宜包括热源塔冬、夏季传热介质,热力性能及名义工况,电动机功率,噪声值,飘液率,安装尺寸,空塔重量,淋水塔重量等。

3.1.2 热源塔与传热介质接触的壳体、换热填料或盘管、型材、紧固件等,应根据传热介质的腐蚀特性,进行有效的防腐处理。

3.1.3 热源塔应按生产厂商特记符号及名义工况热源塔取热量进行标记。

3.1.4 热源塔热力性能设计的名义工况可按表 3.1.4 确定。

表 3.1.4 热源塔热力性能设计的名义工况

项 目		冬季	夏季
传热介质	进塔温度(℃)	-3	37
	出塔温度(℃)	0	32
	设计温差(℃)	3	5
空气	干球温度(℃)	4.5	31.5
	湿球温度(℃)	3.5	28
	大气压力(kPa)	101.3	

3.1.5 产品样本或产品说明书应提供热源塔热力性能曲线。

3.1.6 热源塔在名义工况下的热力性能不应小于额定值的 90%。

3.1.7 热源塔空塔风量不应低于额定值的 90%,电动机输入功率不应大于额定输入功率的 110%。实测耗电比不应大于 0.06kW/(m³/h)。

3.1.8 热源塔宜设置防雨雪措施。

3.1.9 开式热源塔飘液率不应大于 0.002%。

3.2 热源塔热泵机组

3.2.1 热源塔热泵机组性能应符合现行国家标准《蒸汽压缩循环冷水(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》GB/T 18430.1 的相关规定。

3.2.2 热源塔热泵机组正常工作的源侧传热介质的温度应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 机组正常工作的源侧传热介质的温度(℃)

制 冷	制 热
19~33	-12~21

3.2.3 热源塔热泵机组性能参数宜包括机组制冷量、制冷消耗功率、热泵制热量、热泵制热消耗功率、噪声、能效比(EER)、性能系数(COP)、蒸发器和冷凝器的流量及阻力。

3.2.4 热源塔热泵机组设计的名义工况按表 3.2.4 确定。

表 3.2.4 机组设计的名义工况

项目	使用侧		热源侧(或放热侧)			
	冷水/热水		制冷工况		制热工况	
	水流量	出水温度	进水温度	水流量	进液温度	出液温度
	[m³/(h·kW)]	(℃)	(℃)	[m³/(h·kW)]	(℃)	(℃)
制冷	0.172	7	30	0.215	—	
制热	0.172	45	—		0	-3

3.2.5 热源塔热泵机组在名义工况下的性能系数不应低于表 3.2.5 的规定,并不应低于机组额定值的 92%。

表 3.2.5 名义工况下机组的性能系数 EER 和 COP

额定制冷量(CC)(kW)	EER	COP
CC≤528	4.40	3.20
528<CC≤1163	4.70	3.30
1163<CC	5.10	3.40

3.2.6 与防冻溶液接触的热源塔热泵机组的换热器,应根据防冻溶液的腐蚀特性,进行有效的防腐处理。

3.2.7 热源塔热泵机组变工况温度范围应符合表 3.2.7 的规定。机组按表 3.2.7 某一条件改变,其他按名义工况的温度和流量条件,进行试验。机组应给出变工况的性能曲线或表格。

表 3.2.7 变工况温度范围(℃)

项目	使用侧		热源侧(或放热侧)			
	制冷工况/制热工况		制冷工况		制热工况	
	进水温度	出水温度	进水温度	出水温度	进水温度	出水温度
制冷	—	5~15	19~33	—	—	
制热	—	40~50	—		-12~21	—

3.2.8 热源塔热泵机组应具备能量调节功能,并具有防冻保护功能。

3.2.9 用于直接加热生活热水的热源塔热泵机组的生活热水换热器材质应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的相关规定。

3.3 溶液浓缩装置

3.3.1 溶液浓缩装置的设计参数宜包括溶液进、出口浓度,溶液进、出口温度,溶液流量,输入功率,噪声值,排放流量,排放浓度,排放温度,安装尺寸等。

3.3.2 溶液浓缩装置各接口不得有泄漏,溶液排放应符合现行国家和地方排放标准。

3.3.3 溶液浓缩装置与防冻溶液接触的部件,应根据防冻溶液的腐蚀特性,采取有效的防腐措施。

3.3.4 溶液浓缩装置应采用高效的溶液浓缩技术及节能技术,不宜采用电加热。

4 系统设计

4.1 一般规定

4.1.1 热源塔热泵系统设计前,应对当地气象条件、周边环境进行勘查评估。

4.1.2 热源塔热泵系统设计方案应根据勘查评估结果、能源供应情况、使用要求等综合确定。

4.1.3 热源塔热泵系统在具备供热、供冷功能的同时,宜优先采用热回收型热源塔热泵机组提供(或预热)生活热水,不足部分由其他方式解决。需全年供热水时,宜选用热回收型热源塔热泵机组或热源塔热泵热水机组。

4.1.4 建筑物内系统的设计应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的规定,生活热水系统的设计应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定。

4.1.5 建筑物内系统应根据建筑物使用要求和建筑物的负荷特点,经过技术经济比较后,选择增设辅助热源、蓄热(冷)装置或其他节能设施。

4.2 热源塔设计选用

4.2.1 热源塔的换热量应满足热源塔热泵系统实际最大取热量或排热量的需求。在技术经济合理时,可采用辅助取热或排热装置与热源塔并用的调峰形式。

4.2.2 当设计工况与热源塔的名义工况不一致时,应根据热源塔性能曲线对热源塔的取热量和排热量进行修正。

4.2.3 热源塔风机宜采用变风量控制。

4.2.4 热源塔设置位置应通风良好,靠近热源塔热泵机组,与建筑及周边环境协调并应避免溶液飘移对周围环境的影响。各热源塔之间应保证热源塔通风要求的距离。

4.2.5 热源塔应设置在专用基础上,并满足结构安全要求。

4.2.6 当多台开式热源塔并联运行,且不设集水箱时,在热源塔之间应设平衡管或各台热源塔底部设公用连通水槽。

4.2.7 多台热源塔和热源侧循环泵之间通过共用集管连接时,应在每台热源塔进水管上设置电动阀。电动阀宜与对应的源侧循环泵连锁。

4.2.8 热源塔热交换系统的补水量和补液量应按系统的蒸发损失、飘移损失、排污泄漏损失之和计算。补水泵和补液泵宜分开,补水及补液应设置计量装置。

4.2.9 若热源塔没有处于建筑物上避雷系统的保护中,应按现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的要求增设避雷设施。

4.3 热源塔热泵机组设计选用

4.3.1 热源塔热泵机组宜按热负荷选型。

4.3.2 当设计工况与热源塔热泵机组的名义工况不一致时,应根据性能曲线对热源塔热泵机组的制冷量和制热量进行修正。

4.3.3 热源塔热泵机组的制热能力应根据防冻溶液的热物性进行修正。

4.3.4 多台循环水泵和热源塔热泵机组之间通过共用集管连接时,应在每台热源塔热泵机组进水管或出水管上设置电动阀。

4.4 溶液浓缩装置设计选用

4.4.1 开式热源塔热交换系统应设置溶液浓缩装置,闭式热源塔热交换系统可根据需要设置溶液浓缩装置。

4.4.2 溶液浓缩装置的总排放量宜大于热源塔冬季运行时的总

吸湿量,溶液浓缩装置的运行宜采用自动控制。

4.5 管路系统及材料设计选用

4.5.1 热源塔热交换系统宜采用变流量设计。

4.5.2 热源塔热交换系统设计时应根据实际选用的传热介质的物性参数进行水力计算。

4.5.3 循环泵的台数与规格宜与热源塔热泵机组及系统水力特性相对应。

4.5.4 热源塔热交换系统循环泵宜采用机械密封型。

4.5.5 热源塔热泵系统管路应采用热胀冷缩的补偿措施,并设置过滤、清洗、水处理装置。最高点应设置排气装置,最低点应设置排空装置。

4.5.6 热源塔热交换系统室内管道部分宜采取保温措施。管路的保温制作应符合现行国家标准《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272 的要求。

4.5.7 传热介质的选用应符合下列要求:

1 应选用安全无毒,弱腐蚀性,与热源塔及管材、管件无化学反应的传热介质;

2 应选用较低冰点的传热介质;

3 应选用良好的传热特性、较低摩擦阻力的传热介质;

4 选用的传热介质宜易于购买、运输和储藏。

4.5.8 在有可能冻结的地区,传热介质应添加防冻剂。防冻剂的类型、浓度及有效期应在充注阀处注明。

4.5.9 添加防冻剂后的传热介质的冰点宜比设计最低运行温度低 $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ 。

4.5.10 热源塔热交换系统应设置防冻溶液储液箱,宜设置补液装置、溶液浓度监测装置,热源塔的溢流管应与防冻溶液的储液箱连接,储液箱的容量应根据设备及管道容液量及膨胀量计算确定。

4.5.11 热源塔热泵系统的管材及管件应符合下列规定:

1 应采用化学稳定性好、耐腐蚀、流动阻力小的管材及管件,并应根据传热介质的腐蚀特性对热源塔热交换系统进行有效的防腐处理。

2 管材及管件质量应符合国家现行相应产品标准中的各项规定。其公称压力和使用温度应满足设计要求。

4.5.12 热源塔热泵系统用于冷、热工况转换的阀门应有可靠的密闭性,且操作方便,并应符合现行国家标准《工业阀门 压力试验》GB/T 13927 的有关规定。

5 施 工 安 装

5.1 一 般 规 定

5.1.1 热源塔热泵系统的施工安装应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243、《通风与空调工程施工规范》GB 50738 及《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的有关规定。

5.1.2 热源塔热泵机组的安装应符合现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274 的有关规定。

5.1.3 热源塔、热源塔热泵机组、溶液浓缩装置、泵、管道、管件及阀门的型号、规格、性能及技术参数等应符合设计要求,设备机组的外表应无损伤、密封应良好,随机文件和配件应齐全。

5.1.4 热源塔热泵系统设备的搬运和吊装,应符合产品技术文件的规定,并应做好设备的保护工作,防止因搬运或吊装而造成的设备损伤。

5.2 施 工 准 备

5.2.1 热源塔热泵系统施工前应具备下列条件:

- 1 设计施工图纸和有关技术文件齐全;
- 2 有完善的施工方案和施工组织设计,并已完成技术交底;
- 3 施工现场具有供水、供电条件,有储放材料的临时设施;
- 4 土建专业已完成机房墙面内粉刷(不含面层),外窗、外门已安装完毕,安装热源塔的地(屋)面已清理干净;
- 5 相关电气预埋等工程已完成,电源配电箱已安装;
- 6 设备基础已验收,设备的基础应平整。

5.2.2 对施工所用的管材、管件及防冻剂应采取下列保护措施:

1 管件、防冻剂应包装后运输,不得裸露散装;在运输、装卸和搬运时,应小心轻放,不得抛、摔、滚、拖。

2 待安装管材、管件不得暴晒雨淋,并应避免因环境温度和物理压力受到损害。

3 防冻剂应按产品说明书的要求存放。

5.2.3 热泵机组、热源塔及其他设备应做好防潮、防磕碰等措施;热泵机组不宜在高温、高湿、低温环境下存放。

5.3 安 装

5.3.1 热源塔安装应符合下列规定:

1 基础标高应符合设计要求,允许误差应为 $\pm 20\text{mm}$ 。热源塔地脚螺栓与预埋件的连接应牢固。

2 热源塔安装应水平,单台热源塔安装水平度偏差不应大于 2‰ 。

3 热源塔的出水口及喷嘴的方向和位置应正确,积水盘应严密无渗漏;分水器应布水均匀。带转动布水器的热源塔,其转动部分应灵活,喷水出口应符合设计或产品要求,方向应一致。

4 热源塔风机叶片端部与塔体四周的径向间隙应均匀。对于叶片角度可调的风机,叶片角度应一致。

5 热源塔应安装固定的检修梯。

5.3.2 热源塔热泵机组及溶液浓缩装置的安装应符合下列规定:

1 机组就位后,基准面应按设备技术文件规定进行找平,其纵向、横向水平度偏差均不应超过 0.5‰ 。

2 机组的布置应符合设计要求,应考虑适当的操作位置,两侧与墙之间应留出足够的维修空间。

3 机组安装时,应采取合适的减震措施,并用水准仪检查其纵向和横向水平度,偏差值不应超过 1‰ 。

5.3.3 热源塔热交换系统的管件与管材焊接处应根据防冻溶液的腐蚀特性进行有效的防腐处理。管道连接应符合国家现行有关

标准的规定。

5.3.4 热源塔热泵系统全部安装完毕,应进行水系统冲洗。系统冲洗时,污水不应经过热泵机组;水系统冲洗干净且排气完成后,应进行水压试验。当工作压力小于或等于 1.0MPa 时,水压试验的试验压力应为工作压力的 1.5 倍,且不应小于 0.6MPa;当工作压力大于 1.0MPa 时,试验压力应为工作压力加 0.5MPa。在试验压力下,稳压至少 12h,稳压后压力降不应大于 3%。

5.3.5 水压试验宜采用手动泵缓慢升压,升压过程中应随时观察与检查,不渗漏为合格;不得以气压试验代替水压试验。

5.3.6 防冻溶液注入应在系统冲洗和试压完毕后进行,并应保证管路及设备中的水及冲洗液排尽,泄水阀应关闭,排气阀应开启。防冻溶液可按照浓度或密度进行配置,配制过程中,应根据防冻剂产品说明书的要求,采取相应的防护措施。

6 调试与验收

6.1 一般规定

6.1.1 热源塔热泵系统的调试与验收除应符合本规程的规定外,还应符合设备技术文件和现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243、《通风与空调工程施工规范》GB 50738 及《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的相关规定。

6.1.2 热源塔热泵系统整体验收前,应进行单机试运行和调试、系统试运行和调试。试运行和调试应在设备、管道、保温、配套电气等施工全部完成后进行。

6.1.3 热源塔热泵系统调试前,应组织相关人员,准备调试资料、设备和仪器,制订调试大纲及进度计划,并应对热源塔、热源塔热泵机组、溶液浓缩装置、水泵及其他设备进行清扫和完整性检查,现场的环境应保持清洁,确定排水系统管路良好,地下室、设备机房内排水系统处于正常工作状态。

6.1.4 调试所使用的测试仪器和仪表,性能应稳定可靠,其精度等级及最小分度数值应满足测试要求,并应符合国家有关计量法规及检定规程的规定。

6.2 设备调试

6.2.1 设备调试前,防冻溶液浓度应达到设计要求。

6.2.2 防冻溶液浓度检测及调整时,应开启热源塔热交换系统循环泵,根据检测结果进行浓度调整。

6.2.3 热源塔热交换系统及主机单机试运行及调试应符合下列规定:

- 1 热源塔试运行不应少于 2h,热源塔本体稳固,不应有异常

振动,风机叶轮旋转方向应正确,运转应平稳,布水器淋水应均匀,热源塔进风口不应有水溅出,出风口不应有明显的飘液现象,其噪声应符合设备技术文件的规定。同一热源塔热交换系统的多台热源塔并联运行时,水面高度应一致,高差不应大于 30mm;

2 水泵连续运转不应少于 2h,叶轮安装方向应正确,运转应平稳,无异常振动和声响;

3 热源塔热泵机组试运行不应少于 8h,应无异常情况,且符合设备技术文件和现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274 的有关规定;

4 溶液浓缩装置试运行不应少于 2h,不应有异常振动及声响,溶液不得渗漏,紧固连接部位不应松动,溶液浓度应正确,并按正常的控制逻辑进行浓缩。

6.3 系统调试

6.3.1 热源塔热泵系统整体试运行与调试应符合下列规定:

1 整体试运行与调试前,应制订整体试运行与调试方案,并报送专业监理工程师审核批准;

2 整体调试应先进行水系统和风系统平衡调试,确定系统循环总流量、各分支流量和各末端设备流量均达到设计要求;

3 水力平衡调试完成后,应分别进行热源塔、热源塔热泵机组、溶液浓度控制系统的试运行测试,并填写试运行测试记录;

4 热源塔、热源塔热泵机组、溶液浓度控制系统试运行测试正常后,应进行连续 24h 的系统试运行,并填写试运行记录;

5 热源塔热泵系统调试应分冬、夏两季进行,且调试结果应达到设计要求。调试完成后应编写调试报告及运行操作规程,并提交甲方确认后存档。

6.3.2 热源塔试运行测试应记录下列参数:

1 室外空气干球温度和相对湿度;

2 热源塔传热介质的进、出口温度和流量;

- 3 电压、电流及输入功率；
 - 4 噪声；
 - 5 传热介质浓度。
- 6.3.3 热源塔热泵机组试运行测试应记录下列参数：
- 1 热源侧传热介质的进、出口温度和流量；
 - 2 使用侧的供、回水温度和流量；
 - 3 传热介质浓度；
 - 4 电压、电流及输入功率。
- 6.3.4 溶液浓缩装置试运行测试应记录下列参数：
- 1 防冻溶液进、出口温度和浓度；
 - 2 电压、电流及输入功率；
 - 3 溶液排放流量、浓度及温度。
- 6.3.5 系统联合调试应监测下列参数：
- 1 室内温湿度；
 - 2 热源塔热泵机组使用侧和热源侧的温度和流量；
 - 3 热源塔内传热介质进、出口温度和流量；
 - 4 空调系统供、回水温度和流量；
 - 5 传热介质浓度。

6.4 工程验收

- 6.4.1 热源塔热泵系统应进行冬、夏两季运行测试，对热源塔的实测热力性能、热源塔热泵系统的实测性能作出评价。
- 6.4.2 热源塔热泵系统整体验收时，施工方应提供相关验收资料。

7 运行与维护

7.0.1 热源塔热泵系统的设计和施工单位应对系统使用管理和维护的单位进行必要的系统使用管理和维护的技能培训。

7.0.2 系统使用、管理维护的单位应建立热源塔热泵系统运行与维护的规章制度,并在过程中逐步完善。

7.0.3 系统运行应符合下列规定:

1 在冬季运行中,应定期检测热源塔热交换系统的溶液浓度、pH 值等,并根据气温条件的变化,对溶液浓度进行调节,以保证热源塔热泵系统的可靠运行。

2 热源塔热泵系统运行过程中,应检查热源塔、热源塔热泵机组及溶液浓缩装置的运行情况,并记录相关的参数。

3 热源塔冬夏切换时,应清洗热源塔热交换系统,防止未洗净的防冻溶液在切换后进入建筑物内系统管道。

7.0.4 开式热源塔热泵系统冬季工况向夏季工况切换应符合下列规定:

1 工况切换前,应回收系统中的防冻溶液,不得直接排放。

2 防冻溶液回收完成后,应用清水清洗热源塔热交换系统管路及过滤器。清洗合格后,方可进行阀门切换。

3 阀门切换时,应按设计要求,完整切换所要求的阀门或阀门组,不得遗漏。

4 切换完成后,应检查使用侧与热源侧切换阀门的密封情况,确保无泄漏。

5 应向热源塔热交换系统加入水。

7.0.5 热源塔热泵系统的主要设备应定期进行维护保养。

7.0.6 热源塔热泵机房温湿度应满足保证设备正常运行的要求。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑给水排水设计规范》GB 50015
- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
- 《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274
- 《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411
- 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
- 《通风与空调工程施工规范》GB 50738
- 《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272
- 《工业阀门 压力试验》GB/T 13927
- 《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》GB/T 18430.1

中国工程建设协会标准

热源塔热泵系统应用
技 术 规 程

CECS 362 : 2014

条 文 说 明

目 次

1	总 则	(23)
2	术 语	(25)
3	主要设备与材料	(29)
3.1	热源塔	(29)
3.2	热源塔热泵机组	(30)
3.3	溶液浓缩装置	(32)
4	系统设计	(34)
4.1	一般规定	(34)
4.2	热源塔设计选用	(34)
4.3	热源塔热泵机组设计选用	(36)
4.4	溶液浓缩装置设计选用	(37)
4.5	管路系统及材料设计选用	(37)
5	施工安装	(39)
5.1	一般规定	(39)
5.2	施工准备	(39)
5.3	安装	(39)
6	调试与验收	(40)
6.1	一般规定	(40)
6.2	设备调试	(40)
6.3	系统调试	(40)
6.4	工程验收	(41)
7	运行与维护	(42)

1 总 则

1.0.1 说明了制定本规程的宗旨。

利用热源塔热泵系统进行供热与空调,具有良好的节能与环保效益,近年来在夏热冬冷的长江流域及以南地区得到了日益广泛的应用。由于目前该项技术还处于发展与完善阶段,热源塔热泵系统的应用急需标准规范的指导,以避免推广中的盲目性和应用中的不规范性。本规程侧重于热源塔热泵热交换系统和机房部分,对建筑物末端系统仅作简要规定。

1.0.2 规定了本规程的适用范围。

考虑到系统安全可靠节能,将冬季空调室外计算干球温度 -8°C 定义为下限温度。

根据冬季测试分析,在室外空气干球温度为 -8°C ,相对湿度为60%时,热源塔进、出液温度为 $-15.5^{\circ}\text{C}/-13^{\circ}\text{C}$,满液式热源塔热泵机组蒸发温度在 $-18^{\circ}\text{C}\sim-17^{\circ}\text{C}$ 之间,如采用干式蒸发器,蒸发温度会达到 -20°C ,已达到热泵螺杆压缩机 -20°C 的蒸发温度的下限。当热泵机组冷凝器进、出水温度为 $40^{\circ}\text{C}/45^{\circ}\text{C}$ 时,机组的COP值在2.8左右,且此时因为防冻溶液变稠,水阻力增加到原来的1.39倍,溶液循环泵相应功耗增加,整个热源塔热泵系统加上塔、泵的功率后,综合能效接近于2.0。

考虑到目前低温型水源热泵主机大部分采用螺杆式压缩机的现状,根据压缩机所运行的最低蒸发温度及运行能效,取冬季空调室外计算干球温度 -8°C 为适用温度下限。

从设计角度考虑,将冬季空调室外计算干球温度 2°C 定义为上限温度。

冬季空调室外计算干球温度在 $2^{\circ}\text{C}\sim-8^{\circ}\text{C}$,需要供冷和采暖

的地区,一般冷热负荷相当或冷负荷略大于热负荷,而此气候条件对应热源塔热泵机组的运行工况,制冷量与制热量也刚好相当,此两者刚好吻合,设计余量较少。当冬季空调室外计算干球温度降低时,供热负荷增加,而热源塔热泵机组制热量却减少,两者不匹配性增加,当到达 -8°C ,系统经济性变得较差,建筑热舒适性变差。当冬季空调室外计算干球温度增加时,供暖负荷减少,供暖期变短,当室外计算干球温度到达 2°C 的地区,冷、热负荷差距变得较大,可选择的供热方式较多,选择热源塔热泵系统的经济性就变得较差。

从设计的经济性、合理性、可靠性考虑,取冬季空调室外计算干球温度 $2^{\circ}\text{C}\sim-8^{\circ}\text{C}$ 为适用温度范围,热源塔热泵系统能够较好地满足建筑供冷供热负荷的需求。

目前,热源塔热泵系统的主要项目集中在湖南、浙江、江苏、江西、上海、重庆等长江流域及以南地区,气候特点是夏季炎热潮湿,供冷负荷较大,冬季阴冷,有一定的供热需求,冬季 0°C 以下天气约占供暖期的15%左右, 0°C 以上天气约占供暖期的85%,且冬季日平均气温 $0^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$,相对湿度在70%以上。热源塔热泵系统的适用气候条件规定在冬季空调室外计算干球温度 $2^{\circ}\text{C}\sim-8^{\circ}\text{C}$,也涵盖了目前热源塔热泵系统工程应用地的气候条件。

1.0.3 本条强调在执行本规程的同时,还应注意贯彻执行相关标准的有关规定。

根据住房和城乡建设部《工程建设标准编写规定》,为了精简规范内容,凡其他国家现行行业标准已有明确规定的内容,除确有必要者以外,本规程均不再另设条文。

2 术 语

2.0.1 在我国南方地区,冬季低温高湿的空气中蕴含了大量由太阳能转换而成的低温位热能,通过热源塔与其进行热交换,为热泵机组提供热源,夏季,热源塔用作冷却塔,利用水蒸发冷却与空气进行热交换,为热泵机组提供冷源。空气相当于一个蓄热载体,热源塔热泵系统通过从空气中吸收或释放热能,可为建筑物提供供热空调及生活热水,是一种新型实用的可再生能源利用技术,避免了空气源热泵频繁化霜及地埋管热泵受用地条件限制的问题。根据系统形式的不同,热源塔热泵系统分为开式热源塔热泵系统和闭式热源塔热泵系统。建筑物内系统指热源塔热泵系统中除去热源塔热交换系统、热源塔热泵机组以外的部分,主要包括建筑物内冷热水输送系统及室内用户末端系统等。本规程主要对热源塔热泵系统区别于其他热泵系统的内容进行详细规定,对于常规的建筑物内系统部分只做简要说明,以保证规程的完整性。热源塔热泵系统供冷、供热原理如图 1 所示。

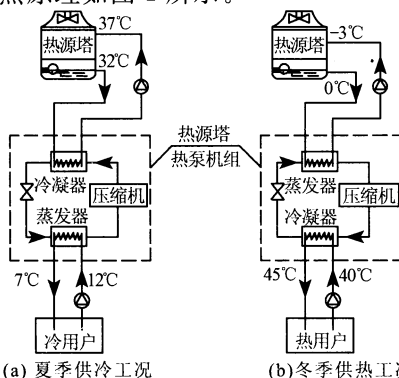


图 1 热源塔热泵系统供冷、供热原理图(开式)

2.0.2 按照传热介质和空气是否直接接触,热源塔热交换系统分为开式热源塔热交换系统和闭式热源塔热交换系统。

开式热源塔热交换系统(open-loop heat-source-tower heat exchange system)在循环泵的驱动下,传热介质被直接喷淋在热源塔内的填料上,与流经热源塔内的空气直接接触并进行热交换的系统。在开式热源塔热交换系统中,传热介质与空气直接接触。在实际冬季应用中传热介质为防冻溶液,其存在飘失、吸湿、水分挥发等导致溶液浓度不稳定的问题,需对防冻溶液浓度进行监测及控制,以防止溶液冰点变化过大。夏天需要将防冻溶液收集在溶液箱内,换成水作为传热介质。在开式热源塔热交换系统中,传热介质与空气直接接触。在实际冬季应用中传热介质为防冻溶液,其存在飘失、吸湿、水分挥发等导致溶液浓度不稳定的问题,需对防冻溶液浓度进行监测及控制,以防止溶液冰点变化过大。夏天需要将防冻溶液收集在溶液箱内,换成水作为传热介质。

闭式热源塔热交换系统(closed-loop heat-source-tower heat exchange system),在循环泵的驱动下,传热介质在热源塔内的换热盘中流动,与流经热源塔内的空气间接接触并进行热交换的系统。闭式热源塔夏季采用水外喷淋蒸发冷却强化换热,冬季采用防冻溶液外喷淋间歇性融霜或蓄能传热介质内循环间歇性融霜。采用防冻溶液外喷淋间歇性融霜的系统需要配备溶液储存装置、溶液浓度监测装置及溶液浓缩装置等设备。闭式热源塔热交换系统中传热介质与空气间接接触换热,为减少换热盘管结霜,采用宽翅片盘管,传热面积较大,造价较高,系统管路相对复杂。在夏季应用中,需要对喷淋的蒸发冷循环水进行旁流阻垢、过滤、杀菌灭藻的综合水处理;在冬季应用中,环境空气负温度时换热盘管外表面会结霜,需要间歇性启用融霜装置。采用防冻溶液外喷淋间歇性融霜的闭式热源塔,存在防冻溶液喷淋吸湿导致溶液浓度不稳定的问题,需对喷淋的防冻溶液的浓度进行监测及控制,夏天需要将喷淋的防冻溶液收集在溶液箱内。采用传热介质内循环间

歇性融霜的闭式热源塔,利用地源热泵、太阳能向蓄热装置蓄热,传热介质从蓄热装置内取热后,流经闭式热源塔换热盘管进行内融霜。两种融霜模式都需要间歇停止闭式热源塔风机,控制防冻溶液飘移损失或热能的强对流损失。

2.0.3 热源塔用作吸收低温位热源技术的起源可追溯到 20 世纪 80 年代,采用冷却塔加盐溶液开式循环吸收空气中的低温位热能用于供热,日本取名为采热塔或加热塔,国内暖通会议最初采用冷却塔采热。但在工程应用中,直接采用冷却塔采热的热泵系统均以失败告终,原因是冷却塔最初设计仅考虑夏季冷却水的散热冷却,未考虑冬季取热和低温盐溶液的稀释、腐蚀和耗散问题。之后国内一些厂家和学者对冷却塔进行了研究和改进,并取名为热源塔或能源塔,目前以热源塔的叫法居多。热源塔名称参照现行国家标准《水源热泵机组》GB/T 19409 中的冷源侧和热源侧的词汇,因其考虑主要用于冬季吸收低温位热源的塔式设计,故定义为热源塔。热源塔作为一种新型的与空气进行热质交换的设备,问世及应用时间不长,其结构和形式尚在不断地改进过程中。以下作为一种开式热源塔和一种闭式热源塔的结构图。

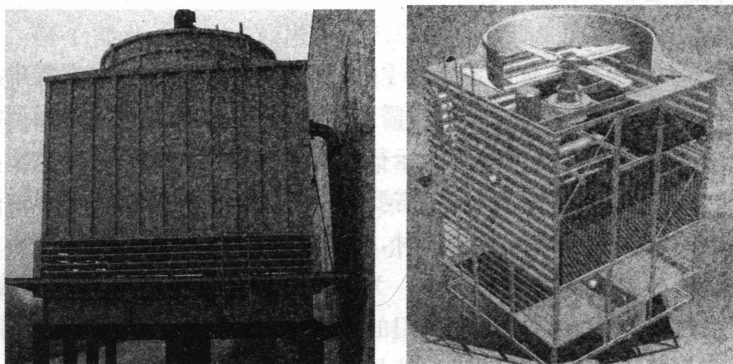


图 2 一种开式热源塔结构

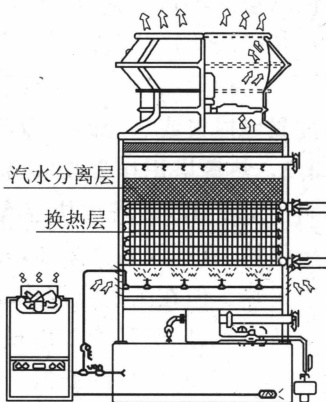
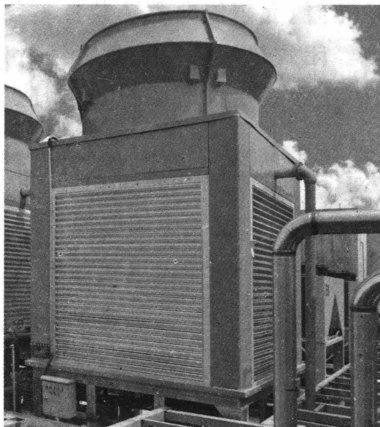


图 3 一种闭式热源塔结构

2.0.4 传热介质夏季一般采用水,冬季一般采用防冻溶液,即添加防冻剂的水溶液。

2.0.5 本条术语说明了热源塔热泵机组的特点。

低温型、宽工况的水源热泵机组,从源水(传热介质)中取热或放热,源水(传热介质)通过热源塔与空气进行热交换。热源塔热泵机组性能参数直接受室外空气温湿度度的影响,冬季源水(传热介质)温度低,因此是低温型水源热泵机组。

2.0.6 热源塔热交换系统冬季运行时,防冻溶液会吸收空气中的水分,溶液被稀释,冰点升高,需要对防冻溶液进行浓缩,以保证溶液浓度的稳定及机组的安全运行。

2.0.7 热源塔冬季运行时,需要使用防冻溶液,从空气中吸热,并避免冻结。热源塔风机运行时,防冻溶液与空气交叉流动,微小的液滴会随空气飘散到大气中。为减少热源塔飘液对环境的污染,热源塔出口处一定要设计专门的扑液装置,并严格控制飘液现象,本条主要用来评价热源塔飘液量和对周围的影响。

3 主要设备与材料

3.1 热 源 塔

3.1.1 本条对热源塔的设计工况参数和设计参数进行了规定。热源塔热力性能包括冬季取热量和夏季排热量。

3.1.2 热源塔冬季运行时和防冻溶液接触,防冻溶液一般具有腐蚀性,本条对热源塔的防腐措施做了规定。

3.1.3 热源塔的标记方法参照现行国家标准《玻璃纤维增强塑料冷却塔 第1部分:中小型玻璃纤维增强塑料冷却塔》GB/T 7190.1中的标记方法对热源塔型号进行标记。热源塔主要是为了满足热源塔热泵机组冬季取热的需要,用作夏季制冷时,富余量较大。因此其标记主要是标定其取热能力。

3.1.4 冬季热源塔热力性能设计的名义工况空气干球温度取 4.5°C 、湿球温度取 3.5°C ,主要考虑热源塔热泵系统主要用在长江流域及以南区域。现行国家标准《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》GB/T 18430.1中规定的风冷式热泵冬季设计工况为干球温度 7°C 、湿球温度 6°C ,融霜工况干球温度为 2°C 、湿球温度 1°C 。热源塔冬季空气工况采用风冷式热泵空气设计工况与融霜工况的平均值,具有普遍意义。为了提高冬季热源塔热泵机组的制热性能,热源塔的传热温差设计较小,传热介质出塔温度与空气湿球温度相差 3.5°C 。

3.1.5 热力性能曲线供用户在非标准设计工况时确定热源塔的有关参数。

3.1.7 耗电比指热源塔电机输入功率与传热介质流量的比值。

3.1.8 热源塔主要用在南方地区,冬季雨雪降落在热源塔内,会

造成外置的防冻溶液稀释,额外增加溶液浓缩装置的负荷及能耗,严重时导致防冻溶液溢出。故做本条规定。

3.1.9 为防止冬季热源塔飘液对环境的污染及腐蚀,热源塔应严控飘液率。根据现行国家标准《玻璃纤维增强塑料冷却塔 第1部分:中小型玻璃纤维增强塑料冷却塔》GB/T 7190.1 中要求冷却塔的飘水率为 0.015%,热源塔的飘液率要求为冷却塔的 2/15。

3.2 热源塔热泵机组

3.2.1 热源塔热泵机组是采用热源塔为冷热源的热泵机组,是蒸气压缩循环冷水(热泵)机组的一种型式,故其性能应符合现行国家标准《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》GB/T 18430.1 的相关规定。

3.2.2 规定了机组正常工作的源侧传热介质的温度范围。

按照冬季热源塔空气取热的极限空气干球温度 -8°C ,故与传热介质换热,传热介质最低温度在 -12°C 。现行国家标准《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》GB/T 18430.1 规定,水冷式机组变工况温度范围为制冷时进口水温为 $19^{\circ}\text{C}\sim 33^{\circ}\text{C}$,热泵制热进口水温最高 21°C 。故热源塔热泵机组冷热源温度范围规定为 $19^{\circ}\text{C}\sim 33^{\circ}\text{C}$ 、 $-12^{\circ}\text{C}\sim 21^{\circ}\text{C}$ 。

3.2.4 夏季制冷名义工况参数同《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》GB/T 18430.1 的水冷冷水机组的规定。冬季工况时,采用热源塔的名义工况 -3°C 和 0°C 给出。

表 1 GB/T 18430.1 规定的水冷式机组设计温度/流量条件

项 目		使用侧		热源侧(或放热侧)					
		冷、热水		水冷式		风冷式		蒸发冷却式	
		水流量 [m ³ /(h·kW)]	出口 水温 (℃)	进口 水温 (℃)	水流量 [m ³ /(h·kW)]	干球 温度 (℃)	湿球 温度 (℃)	干球 温度 (℃)	湿球 温度 (℃)
制冷	名义工况	0.172	7	30	0.215	35	—	—	24
	最大负荷工况		15	33		43			27 ^a
	低温工况		5	19		21			15.5 ^b
热泵 制热	名义工况	0.172	45	15	0.134	7	6	—	—
	最大负荷工况		50	21		21	15.5		
	融霜工况		45	—	—	2	1		

注:a 补充水温度为 32℃;

b 补充水温度为 15℃。

3.2.5 规定了热源塔热泵机组的性能参数。

为满足冬季低温制热的要求,采用蒸发器、冷凝器小温差传热设计,性能系数较高。制冷 EER 按照现行国家标准《冷水机组能效限定值及能源效率等级》GB 19577 第 5.2 条规定的水冷式机组 3 级能效的要求给出,制热 COP 参照现行国家标准《水源热泵机组》GB/T 19409 地下环路式水源热泵的性能要求,提高 10% 给出。

表 2 GB 19577 冷水机组能源效率等级指标

类型	额定制冷量(CC) (kW)	能效等级(COP)(W/W)				
		1	2	3	4	5
风冷式或 蒸发冷却式	CC≤50	3.20	3.00	2.80	2.60	2.40
	CC>50	3.40	3.20	3.00	2.80	2.60
水冷式	CC≤528	5.00	4.70	4.40	4.10	3.80
	528<CC≤1163	5.50	5.10	4.70	4.30	4.00
	CC>1163	6.10	5.60	5.10	4.60	4.20

表 3 GB/T 19409 规定的冷热水型水源热泵机组的性能系数

名义制冷量 Q (W)	EER			COP		
	水环式	地下水式	地下 环路式	水环式	地下水式	地下 环路式
$Q \leq 14000$	3.4	4.25	4.1	3.7	3.25	2.8
$14000 < Q \leq 28000$	3.45	4.3	4.15	3.75	3.3	2.85
$28000 < Q \leq 50000$	3.5	4.35	4.2	3.8	3.35	2.9
$50000 < Q \leq 80000$	3.55	4.4	4.25	3.85	3.4	2.95
$80000 < Q \leq 100000$	3.6	4.45	4.3	3.9	3.45	3.0
$100000 < Q \leq 150000$	3.65	4.5	4.35	3.95	3.5	3.05
$150000 < Q \leq 230000$	3.75	4.55	4.4	4.0	3.55	3.1
$Q > 230000$	3.85	4.6	4.45	4.05	3.6	3.15

3.2.6 规定了热源塔热泵机组需要进行防腐设计。

3.2.7 规定了热源塔热泵机组的变工况性能温度范围。

本条参照现行国家标准《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》GB/T 18430.1 及本规程第 3.2.2 条给出。

3.2.8 当水温达到设定温度时,热源塔热泵机组应能减载或停机。用于供热时,为防止蒸发器冻结需要设置防冻保护功能。

3.2.9 热源塔热泵机组可直接加热生活热水,但对热泵机组换热器材质有相应要求,不得污染生活热水。直接加热比通过另设换热器间接加热更节能。

3.3 溶液浓缩装置

3.3.1 溶液浓缩装置的排放流量、温度和浓度,指在设计工况的溶液浓度下,浓缩装置排放的低浓度溶液的流量、温度和浓度。溶液浓缩装置对溶液进行浓缩的技术包括反渗透和负压蒸发浓缩,可参照的产品标准包括国家现行标准《反渗透水处理设备》GB/T

19249、《多效蒸馏海水淡化装置通用技术要求》HY/T 106, 溶液浓缩装置中的加热器、泵、各种管道、仪表等部件, 均应符合国家现行相关标准的要求。

3.3.2 溶液浓缩装置泄漏和排放的溶液会对周围环境产生污染, 需严控泄漏量及废液浓度。

3.3.3 溶液浓缩装置与防冻溶液接触的部件需要采取防腐和保护措施, 采用涂层保护的方式, 可配合采用电化学保护的方式。

3.3.4 溶液浓缩装置处理防冻溶液量大, 能耗高, 因此需要考虑节能。防冻溶液运行在负温度区间时, 需要将防冻溶液加热到 0°C 以上, 防止溶液浓缩装置排放的低浓度溶液结冰。溶液加热宜采用热泵技术进行低温位热源提升加热。

4 系统设计

4.1 一般规定

4.1.1 当地气象条件主要指夏季和冬季室外空气的温湿度是否适合使用热源塔热泵系统。空气温、湿度应包括近 10 年夏季最高温、湿度和冬季的最低温、湿度,及不同温湿度区间出现的天数;周边环境应能适宜热源塔设备的放置与安装。

4.1.2 热源塔热泵系统的设计方案应和其他供冷供热方案进行综合比较确定,对环境噪声指标限制较严的场合应选用低噪声型的热源塔。

4.1.3 当采用热源塔热泵机组提供(或预热)生活热水较其他方式提供生活热水经济性更好时,宜优先采用热源塔热泵提供生活热水,不足部分由辅助热源解决。部分热回收型热源塔热泵机组只能在空调制冷或制热的条件下,才能加热生活热水,不宜用作全年供应生活热水的设备。

4.1.5 为达到节能目的,宜在水侧或风侧设置热回收装置对排热进行回收,且根据实际情况设置蓄能装置;或根据室外气象条件及系统特点采用过渡季增大新风量等节能措施。

4.2 热源塔设计选用

4.2.1 规定了热源塔的选用方法。

热源塔实际最大排热量发生在与建筑最大冷负荷相对应的时刻。包括:热源塔热泵机组释放到循环水中的热量(空调负荷加上机组压缩机耗功)、循环水在输送过程中得到的热量、水泵释放到循环水中的热量。将上述三项热量相加就可得到供冷工况下释放到循环水中的总热量。即:

最大排热量 = $\Sigma[\text{空调冷负荷} \times (1 + 1/\text{EER})] + \Sigma\text{输送过程得热量} + \Sigma\text{水泵释放热量}$ 。

热源塔实际最大取热量发生在与建筑最大热负荷相对应的时刻。包括:热源塔热泵机组从循环水中的取热量(空调热负荷,并扣除机组压缩机耗功)、循环水在输送过程失去的热量、水泵释放到循环水中的热量。将上述前二项热量相加并扣除第三项就可得到供热工况下循环水的总取热量。即:

最大取热量 = $\Sigma[\text{空调热负荷} \times (1 - 1/\text{COP})] + \Sigma\text{输送过程失热量} - \Sigma\text{水泵释放热量}$ 。

根据最大取热量和最大排热量分别选择供热与供冷工况下的热源塔容量,容量相差不大时取其大者;当满足最大取热量所确定的热源塔容量远大于满足最大排热量所确定的热源塔容量时,宜采用辅助加热的方式来解决;当满足最大排热量所确定的热源塔容量远大于满足最大取热量所确定的热源塔容量时,可采用辅助方式散热。

4.2.2 同一型号的热源塔在不同的室外温湿度条件、循环流量、进口温度的情况下,换热量也不同,因此选用时应按工程实际对热源塔的名义工况下的取热量和排热量进行修正,使其满足热泵机组及室内冷热负荷的要求。

4.2.3 由于夏季工况下热源塔的换热效率高于冬季工况,因此夏季运行时,可适当降低风机的风量,采用变风量控制,可保证热源塔热泵正常的运行工况和节能的要求。

4.2.4 热源塔的设置位置不当时,直接影响其与空气的热交换效果。热源塔靠近热源塔热泵机组设置,可减少流动阻力和循环管路防冻溶液的充注量。各热源塔之间保证一定的间隔距离可避免热源塔间进出风的相互影响,横流塔布置在一条直线上时,可不留间隙,逆流塔布置时,两两之间间距宜在 0.5m 以上,用于检修及必要的通风间距。

4.2.5 为节约占地面积和减少热源塔对周围环境的影响,可将热

源塔布置在裙房或者主楼屋顶,并校核结构承重强度。热源塔应设置在专用基础上,不能直接放置在屋面上。

4.2.6 在并联热源塔之间设置平衡管或公用连通水槽,是为了避免各台热源塔补水和溢水不均衡造成浪费。另外,热源塔进出水管道设计时应注意管道阻力平衡,以保证各台热源塔要求的水量。

4.2.7 多台热源塔和循环泵之间通过共用集管连接时,每台热源塔设置电动阀是为了保证运行的热源塔运行水量恒定。

4.2.8 热源塔热交换系统的补水或防冻溶液量应分冬夏工况分别计算。夏季工况下,循环水损失量可按占系统循环水量的比例估算:蒸发损失为每摄氏度水温降 0.185%;飘移损失可按生产厂提供数据确定,无资料时可取 0.005%;排污损失(包括泄漏损失)与补水水质、循环水浓缩倍数的要求、飘移损失量等因素有关,应经计算确定,一般可按 0.3%估算。冬季工况下,防冻溶液损失量占系统循环量的比例计算或估算值;飘移损失可按生产厂提供数据确定,无资料时可取 0.001%;排污损失一般可按 0.05%估算。计算循环补水(防冻溶液)量的目的是为了确定补水管管径、补水(防冻溶液)泵、补水箱等设施,可以采用以上估算数值。不设集水箱的系统,应在热源塔底盘处补充水或防冻溶液;设置集水箱的系统,应在集水箱处补水或防冻溶液。

4.2.9 本条强调热源塔防雷的要求。

4.3 热源塔热泵机组设计选用

4.3.1 对于建筑物冷热负荷数值差距较大,机组选型的基本思路参照现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 中关于空气源热泵的选择原则,即在夏热冬暖地区采用时,应以热负荷选型,不足冷量可由水冷机组提供的原则。并针对不同地区的建筑,根据当地标准年气象参数,获取冬季极端最低干球温度和最冷月月平均相对湿度,根据换热温差选择热泵机组。

4.3.2 实际工程的设计工况与热源塔热泵机组的名义工况不同

时,应结合项目实际条件与要求,考察热源塔热泵机组的适用性,并根据其性能曲线修正其实际制冷量与制热量。

4.3.3 不同种类、浓度的传热介质的热物性参数不同,其换热能力也存在差异,因此应根据选用的防冻溶液的热物性对热源塔热泵机组的制热能力进行修正。

4.3.4 多台热源塔热泵机组和循环泵之间通过共用集管连接时,每台热泵机组设置电动阀是为了保证运行的机组冷凝器/蒸发器水量恒定,设计时,推荐采用一台循环泵对应一台热源塔热泵机组。

4.4 溶液浓缩装置设计选用

4.4.1 开式热源塔需配备溶液浓缩装置,闭式热源塔在环境负温度时需要防霜,采用防冻溶液外喷淋间歇性融霜的闭式热源塔热泵系统需要配备溶液浓缩装置。采用蓄能传热介质内循环间歇性融霜的闭式热源塔热泵系统需要配备蓄热装置或蓄热池。

4.5 管路系统及材料设计选用

4.5.1 水系统根据建筑负荷变化进行流量调节,可以节省运行电耗。在部分负荷条件下,水泵能耗占相当大的比重,变频控制可以有效降低水泵能耗。

4.5.2 不同浓度、不同种类的传热介质,其密度、粘度等物性参数也不同,对管路系统的流动阻力影响较大,可按常规的水管路进行水力计算,按选用的传热介质进行修正。

4.5.3 出于系统部分负荷条件下减少水泵能耗的考虑,循环泵的台数、规格宜与热泵机组对应。在进塔水压有要求的热源塔,热源塔的台数应与热源侧循环水泵台数相对应。

4.5.4 采用机械密封型水泵可减少泵轴封处泄露引起的腐蚀。

4.5.6 冬季运行时,热源塔热交换系统室内管道部分易凝露和结霜,为避免凝结水滴下,建议采取保温措施。

4.5.7 传热介质的安全性包括毒性、易燃性及腐蚀性；良好的传热特性和较低的摩擦阻力是指传热介质具有较大的导热系数和较低的黏度。可选择的防冻剂包括盐类、醇类等。

4.5.9 添加防冻剂后的传热介质的冰点宜比设计最低运行水温低 $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ ，是为了防止出现防冻溶液在热泵主机内结冰现象。

4.5.10 从环保和经济两方面考虑，制热工况转换为制冷工况前，必须将防冻溶液排至储液箱储存，以便重复使用。为减少人力搬运防冻剂的工作量，宜设置补液回收装置。为减少运行人员采用比重计监测防冻溶液浓度的工作量，宜设置溶液浓度监测装置。

4.5.11 可选管材包括镀锌钢管，焊接钢管或内衬钢管等。

4.5.12 热源塔热泵系统一般都通过水路阀门的切换实现供热与制冷工况的转换，源侧与使用侧水系统的流体温度、压力和水质不同，容易出现因阀门关闭不严造成能量损失或系统不能正常运行。所选阀门应有可靠的双向密闭性，必要时可设两组阀门。对于采用固体颗粒的防冻溶液，用于工况转换的两组阀门，中间宜设置盲板等措施确保密闭。

5 施 工 安 装

5.1 一 般 规 定

5.1.3 规定了设备进场验收的内容。设备到场后,建设单位、监理单位、施工单位及生产厂家应联合进行设备开箱验收,并做好验收记录。

5.2 施 工 准 备

5.2.1 本条规定了施工前应具备的必要条件,如不具备这些条件,不能进行施工。

5.2.2 本条主要对热源塔热泵系统的管材、管件及防冻剂的运输、装卸、储存作了原则性的规定。

5.2.3 本条主要对设备安装前临时存放进行了规定。

5.3 安 装

5.3.1、5.3.2 条文主要对热源塔、热源塔热泵机组、溶液浓缩装置的安装做了规定。

5.3.3 热源塔热交换系统的管道焊接及管件连接应注意防腐的要求。

5.3.4、5.3.5 条文对热源塔热泵系统全部安装完毕的冲洗和试压做了规定。

5.3.6 本条对防冻溶液的配制做了规定。

6 调试与验收

6.1 一般规定

6.1.1 本条规定了调试和验收遵循的标准。

6.1.2 本条规定了热源塔热泵系统整体验收前应经过单机试运行和调试,系统试运行和调试,且要有记录。

6.2 设备调试

6.2.1 防冻溶液浓度在调试前,应达到要求的浓度,保证调试过程中热源塔的正常取热,防止热源塔热泵机组蒸发器内防冻溶液结冰。

6.2.2 开启热源塔热交换系统循环泵是为了保证防冻溶液浓度均匀,不影响浓度检测结果。

6.2.3 本条规定了热源塔热交换系统及主机单机试运行及调试、检查和记录的内容。

6.3 系统调试

6.3.1 热源塔热泵系统需调试的主要内容包括:

1 系统的压力、温度、流量等各项技术数据应符合有关技术文件的规定;

2 系统连续运行应达到正常平稳;水泵的压力和水泵电机的电流不应出现大幅波动;

3 各种自动计量检测元件和执行机构的工作应正常,满足建筑设备自动化系统对被测定参数进行监测和控制的要求;

4 控制和检测设备应能与系统的检测元件和执行机构正常沟通,系统的状态参数应能正确显示,设备连锁、自动调节、自动保

护应能正确动作。

5 调试报告应包括调试前的准备记录、水力平衡、溶液浓度、设备及系统试运行的全部测试数据。

6.3.2~6.3.5 条文规定了热源塔、热源塔热泵机组、溶液浓缩装置需要测试记录的参数,系统联合调试需要测试记录的参数。

6.4 工程验收

6.4.1 热源塔热泵系统的冬、夏两季运行测试包括室内空气参数、热源塔的热力性能及系统运行能耗的测定。系统运行能耗包括所有热源塔、热源塔热泵机组、溶液浓缩装置、水泵和末端设备的能耗。

7 运行与维护

7.0.1 热源塔热泵系统的运行状况与系统的使用和维护管理有直接影响,因此要求系统设计、施工单位对用户进行系统技术交底和系统使用、管理维护技能培训是非常必要的。

7.0.3 大气环境中灰尘、酸性气体等会污染防冻溶液,改变防冻溶液特性,运行期间应定期检测防冻溶液浓度、pH 值,清洗热源塔底部淤泥。一般来说,防冻溶液不需要彻底更换。

7.0.4 对开式热源塔热泵系统的工况转换进行了详细规定。

7.0.5 保养周期由使用方根据设备情况和设备要求确定。