

重庆市工程建设标准

地表水水源热泵系统设计标准

Design standard for surface water-source
heat pump system

DBJ50-115-2010

主编单位:重庆市建设技术发展中心
中国建筑西南设计研究院有限公司

批准部门:重庆市城乡建设委员会
施行日期:2011年3月1日

2011 重庆

重庆工程建设

重庆市城乡建设委员会文件

渝建发[2011]11号

重庆市城乡建设委员会 关于发布《地表水水源热泵系统设计标准》的通知

各区县(自治县)城乡建委,有关单位:

现批准《地表水水源热泵系统设计标准》为我市工程建设强制性标准,编号为:DBJ50-115-2010,自2011年3月1日起实施。

本标准中以黑体字标志的第3.0.1、5.2.2、6.1.5、6.2.6、7.1.2、7.1.3、7.1.11条为强制性条文,并通过住房和城乡建设部审查与备案(备案号为:J11772-2011),必须严格执行。

本标准由重庆市城乡建设委员会负责管理,重庆市建设技术发展中心负责技术解释。

重庆市城乡建设委员会

二〇一一年一月五日

重庆工程建设

关于同意重庆市《地表水水源热泵系统设计标准》 地方标准备案的函

建标标备[2011]02号

重庆市城乡建设委员会：

你委《关于工程建设地方标准〈地表水水源热泵系统设计标准〉备案的申请》收悉。经研究，同意该标准作为“中华人民共和国工程建设地方标准”备案，其备案号为：J11772-2011。其中，同意将第3.0.1、5.2.2、6.1.5、6.2.6、7.1.2、7.1.3、7.1.11条作为强制性条文。

该项标准的备案公告，将刊登在近期出版的《工程建设标准化》刊物上。

住房和城乡建设部标准定额司

二〇一一年一月四日

重庆工程建设

前 言

为贯彻落实国家节约能源和环境保护的基本国策,进一步加强和推进我市的建筑节能工作,改善我市民用建筑的室内热环境,提高供冷、供热系统的能源利用效率,根据市城乡建委《关于下达 2003 年度建设科研项目计划的通知》(渝建[2003]482 号)的有关要求,重庆市建设技术发展中心会同有关单位,在参考近年来国内地表水水源热泵系统方面的实践经验和研究成果,结合重庆市的地方特点,并广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准的主要内容是:总则;术语;工程勘察;水源的水质与水温;取水、水处理与排放水;换热系统;热泵机组;建筑物内系统;监测与控制。

本标准中以黑体字标志的第 3.0.1 条、第 5.2.2 条、第 6.1.5 条、第 6.2.6 条、第 7.1.2 条、第 7.1.3 条、第 7.1.11 条为强制性条文,必须严格执行。

本标准由重庆市城乡建设委员会负责管理,由重庆市建设技术发展中心负责具体技术内容解释。在实施过程中如发现需要修改和补充之处,请将意见和有关资料反馈给重庆市建设技术发展中心(地址:重庆市渝中区上清寺路 69 号;邮编:400015;传真:023-63617937),以供今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查专家

主 编 单 位:重庆市建设技术发展中心

中国建筑西南设计研究院有限公司

参 编 单 位:重庆市建筑节能中心

重庆市建筑节能工程技术研究中心

重庆斯科森环保科技有限公司

主要起草人:吴 波 戎向阳 赵 辉 董孟能 马伟骏

谢厚礼 冷艳锋 林学山 姜文超 杨正武

原如冰 左 涛 代文良

审 查 专 家:艾为学 李天荣 刘宪英 汤 浩 吴祥生

(按姓氏笔画排序) 程吉建 谭 平

目 次

1 总 则	1
2 术 语	2
3 工程勘察	5
4 水源的水质与水温	7
5 取水、水处理与排放水	8
5.1 一般规定	8
5.2 取水	8
5.3 水处理	10
5.4 排放水	10
6 换热系统	12
6.1 一般规定	12
6.2 开式系统	13
6.3 闭式系统	14
7 热泵机组	16
7.1 一般规定	16
7.2 水—水热泵机组	17
7.3 水—空气热泵机组	18
8 建筑物内系统	19
8.1 一般规定	19
8.2 水源系统	19

8.3	空调水系统	20
8.4	热回收	21
9	监测与控制	22
9.1	一般规定	22
9.2	水源系统监测与控制	23
9.3	空调水系统监测与控制	23
附录 A	长江、嘉陵江实测水温(2009 年)	25
附录 B	长江上游各区段水温计算方法	26
	本标准用词说明	27
	条文说明	29

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Engineering investigation	5
4	Water quality and water temperature	7
5	Water intake, treatment and discharg	8
5.1	General requirement	8
5.2	Water intake	8
5.3	Water treatment	10
5.3	Water discharg	10
6	Heat exchanging system	12
6.1	General requirement	12
6.2	Open—loop system	13
6.3	Closed—loop system	14
7	Heat pump unit	16
7.1	General requirement	16
7.2	Water—to—water heat pump	17
7.3	Water—to—air heat pum	18
8	Within the building system	19
8.1	General requirement	19
8.2	Source water system	19

8.3	Air conditioning water system	20
8.4	Heat recovery	21
9	Monitoring and Control	22
9.1	General requirement	22
9.2	Source water system monitoring and control	23
9.3	Air conditioning water system monitoring and control	23
Appendix A Yangtze River, Jialing River water temperature measured		25
Appendix B Yangtze River water temperature calculation methods of each section		26
Note the wording of order		27
Provisions		29

1 总 则

1.0.1 为使地表水水源热泵系统工程设计做到技术先进、节能高效、经济合理、安全适用,保证工程质量,特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、改建、扩建建筑,以地表水为低位热源,采用蒸气压缩热泵技术进行制冷、供热的系统工程设计。

1.0.3 地表水水源热泵系统工程设计方案,应根据地表水资源状况、建筑物的用途及功能、冷热负荷构成特点等,结合国家有关政策,通过技术经济比较确定。在设计中,应优先选用新技术、新设备、新材料、新工艺。

1.0.4 地表水水源热泵系统工程设计,除应符合本标准外,尚应符合国家和地方现行有关标准、规范的规定。

2 术 语

2.0.1 地表水水源热泵系统 surface water-source heat pump system

以地表水为低位热源,由水源热泵机组、地表水换热系统、建筑物内系统组成的制冷、供热系统。

2.0.2 水源热泵机组 water-source heat pump unit

以水或添加防冻剂的水溶液为低位热源的热泵设备。通常有水-水热泵机组和水-空气热泵机组等形式。

2.0.3 热泵热水机 heat pump water heater

一种采用电动机驱动,采用蒸汽压缩制冷循环,将低品位热源(空气或水)的热量转移到被加热的水中用以制取热水的设备。

2.0.4 水源热泵热水机 water-source heat pump water heater

以水为直接热源或作为传热介质传递热量的热泵热水机。

2.0.5 开式地表水换热系统 open-loop surface water system

地表水在源水泵的驱动下,经处理直接进入水源热泵机组或通过中间换热器进行热交换的系统。

2.0.6 闭式地表水换热系统 closed-loop surface water system

将封闭的换热盘管按照特定的排列方法置于具有一定深度的地表水体中,传热介质通过换热盘管管壁与地表水进行热交换的系统。

2.0.7 地表水 surface water

存在于地壳表面,暴露于大气的水。包括:江水、河水、湖水、水库水等。

2.0.8 源水 source water

取自地表水源水体,用于地表水水源热泵系统的地表水。

2.0.9 排放水 discharged water

经地表水换热系统进行热交换后的水。

2.0.10 热环境容量 thermal environment capacity

人为因素造成环境水温变化在保证水体周平均温升 $\leq 1^{\circ}\text{C}$,周平均温降 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ 的前提下,水体的最大吸(释)热能力。

2.0.11 取水构筑物 intake structure

取集源水而设置的各种构筑物的总称。

2.0.12 取水头部 intake head

河床式取水构筑物的进水部分。

2.0.13 水质 water quality

在地表水水源热泵系统工程中,水的物理、生物学等方面的性质。

2.0.14 水处理 water treatment

对水源水或不符合用水水质要求的水,采用物理、生物等方法改善水质的过程。

2.0.15 含沙量 sediment concentration

单位体积的水中所含的干沙重量。

2.0.16 浊度 turbidity

水中悬浮物对光线透过时所发生的阻碍程度。

2.0.17 热泵机组能效比 energy efficiency ratio of heat pump

热泵机组制冷/制热量与机组输入功率之比,夏季用能效比 EER 表示,冬季用性能系数 COP 表示。

2.0.18 水源热泵系统的制冷能效(EER_r) refrigerating energy efficiency ratio of water-source heat pump system;

水源热泵系统设计总冷量与系统输入功率之比,系统输入功率是指热泵机组与源水侧所有水泵及水处理设备的输入功率之和。

2.0.19 Bowerl 入渗试验 Bowerl infiltration experiment

通过入渗仪器对不同水位下滤床的垂直入渗速度进行实测,用于评价取水滤床的垂直入渗性能。

3 工程勘察

3.0.1 地表水水源热泵系统方案设计前,应对工程场地状况、地表水资源、水源地质和输水管道线路进行勘察,并编写相关的工程地质勘察报告。

3.0.2 工程场地状况勘察应包括下列内容:

- 1 场地规划面积、形状及坡度。
- 2 场地内已有建筑物和规划建筑物的占地面积及其分布。
- 3 场地内树木植被、池塘、排水沟及架空输电线、电信电缆的分布。
- 4 场地内已有的、计划修建的地下管线和地下构筑物的分布及其埋深。
- 5 可利用的地表水源距拟建建筑物水源热泵机房的距离及高差。
- 6 水源地与建筑物间的地形状况、气象条件(降雨量)、航运情况、附近取排水构筑物状况、地表水利用现状和规划情况。

3.0.3 地表水水源热泵换热系统勘察应包括下列内容:

- 1 地表水水源性质、水面用途、深度、面积及其分布。
- 2 不同深度的地表水水温、水位的动态变化。
- 3 地表水流速和流量动态变化。
- 4 地表水水质及其动态变化。
- 5 地表水利用现状。

6 地表水取水和排放水的适宜地点及路线。

3.0.4 地表水直接取水的工程勘察还宜包括下列内容：

- 1 地表水与地下水的补排关系。
- 2 河床或湖底的岩性、淤塞和淤垫情况，以及岸边的稳定性。

3.0.5 地表水潜流水取水的工程勘察还应进行水文地质试验，试验应包括下列内容：

- 1 抽水试验。
- 2 Bowerl 入渗试验。
- 3 取江水、钻孔水样并进行水质全分析及重金属分析。
- 4 渗透系数计算。

3.0.6 输水管道线路勘察应对地基做出综合地质评价，为地基基础和穿越工程设计、地基处理与加固、不良地质现象的防治、深基槽开挖和排水设计等提供工程地质依据和必要的设计参数，并提出相应的建议。

4 水源的水质与水温

4.0.1 进入水源热泵机组的源水水质应保持澄清、水质稳定、不腐蚀、不滋生微生物或生物、不宜结垢等。宜根据热泵机组性能和整体系统确定进入水源热泵机组的水质,可参考表 4.0.1。

表 4.0.1 地表水水源热泵机组水质标准(建议值)

序号	名称	允许含量值	序号	名称	允许含量值
1	含沙量	$\leq 100\text{mg/L}$	8	$\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$	$\leq 2500\text{mg/L}$
2	浊度*	$\leq 100\text{NTU}$	9	硅酸(以 SiO_2 计)	$< 175\text{mg/L}$
3	pH 值	6.5~9.5	10	Mg^{2+} 以 CaCO_3 计	$\leq 50000\text{mg/L}$
4	钙硬度+甲基橙碱度(以 CaCO_3 计)	$\leq 1100\text{mg/L}$ (碳酸盐稳定指数 $\text{RSI} \geq 3.3$)	11	游离氯(循环回水总管处)	0.2~1.0mg/L
5	总 Fe	$\leq 1.0\text{mg/L}$	12	$\text{NH}_3\text{-N}$	$\leq 10\text{mg/L}$
6	Cu^{2+}	$\leq 1.0\text{mg/L}$	13	CO_3^{2-}	$\leq 100\text{mg/L}$
7	Cl^-	$\leq 1000\text{mg/L}$	14	藻密度	10^5 个/L

注: * 适用于当水源热泵机组未采用在线自动清洗系统时。当采用在线自动清洗系统时,浊度允许值可适当放宽。

4.0.2 应用于地表水水源热泵系统的水源,累年最热月平均水温不宜大于 28°C ,累年最冷月平均水温不宜小于 9°C 。

5 取水、水处理与排放水

5.1 一般规定

5.1.1 地表水水源热泵系统应选择水量充足、水质较好的水源，并通过技术经济比较确定。

5.1.2 取水构筑物位置的选择，应根据下列基本要求，并通过技术经济比较确定：

- 1 位于水质较好的地带。
- 2 靠近主流和岸线，有足够的水深，有稳定的河床，有良好的工程地质条件，应避开河床淤积带。
- 3 尽可能不受泥沙、漂浮物等影响。
- 4 不妨碍航运、排洪和涉河建、构筑物，并符合河道、湖泊、水库整治规划的要求。
- 5 不妨碍现有城镇供水及其它已有自用水源的正常取水。
- 6 宜避开水流冲击过大的地带。

5.1.3 优先选择取水扬程低、输水距离短以及具有良好的施工场所和地质、地形条件较好的位置作为取水构筑物位置。

5.1.4 确定水源、取水地点和取水量等，应取得有关部门同意。

5.1.5 江水源热泵系统和湖水源热泵系统排放口应根据实际情况，采用适宜的布置方式。

5.2 取水

5.2.1 取水量按换热系统设计工况下的最大流量进行计算，并考虑水处理设施的自用水量。设计中宜选用反冲洗水量和水损失量较小的水处理设备。

5.2.2 地表水水源热泵系统的取水量不得影响城镇供水及其他主要用途的取水要求。

5.2.3 在水坝上游的江河取水时,取水位置的确定应考虑水库运行和成库对水位、含沙量、藻类及河床冲淤变化等有关影响。

5.2.4 在湖、水库取水时,取水口应尽量避免设置在淤泥较多地区和常年主导风向的下风侧,宜设置在水流汇入处。湖、水库取水宜取中下层水,并采取防止卷吸表层水和抑藻防藻的措施。

5.2.5 取水构筑物的型式应根据取水量和水质要求,结合河床地形及地质、河床冲淤、水深及水位变幅、泥沙及漂浮物、航运、沿岸景观和施工工期要求等因素以及施工条件,在保证安全可靠的前提下,通过技术经济比较确定。

5.2.6 设计枯水位的保证率宜与建筑采暖和制冷的要求相适应,一般应采用90%~99%,且应考虑水坝蓄水的影响。取水泵房设计洪水水位宜与所在城市防洪标准一致。

5.2.7 当分期实施时,固定式取水头部宜分设两个或分成两格,按远期设计一次建成。采用多个取水头部时,应考虑对取水量和排沙等的相互影响。

5.2.8 河床式取水构筑物宜选用具有较高除沙能力的防堵取水头部。

5.2.9 取水构筑物或取水头部的进水孔上缘在设计最低水位下的深度、最底层进水孔的位置以及自流管或虹吸管的设计等应满足《室外给水设计规范》GB 50013 和航运的相关要求。

5.2.10 采用渗滤取水工艺时,应参考《河床渗滤取水与水源热泵系统联合应用技术规程》DBJ/T 50-084 的相关条款进行设计,过滤器设计时应考虑其拦沙能力。采用渗渠取水工艺时,应参考《室外给水设计规范》GB 50013 的相关条款进行设计,宜选择拦沙能力较强的滤水管。

5.2.11 取水泵站参考《室外给水设计规范》GB 50013 的相关条款进行设计,但应与地表水水源热泵系统相适应,并考虑节能优

化调控措施。

5.2.12 取水管道设计应经济、安全、可靠,且宜埋地敷设,当露天布置时,应设置保温措施。

5.2.13 取水及输配水管道的材质、连接方式等应满足重庆市《地表水水源热泵系统施工质量验收标准》DBJ 50-116 的有关规定。

5.3 水处理

5.3.1 水处理工艺应根据源水水质、设计生产能力、热泵机组水质要求,通过技术经济比较确定。

5.3.2 水处理工艺或设备应与地表水换热系统的设置相适应,并满足系统正常运行的需求。

5.3.3 江河水处理工艺选择应重点考虑除沙降浊,并与机组的水质要求和系统清洗方式相适应。应设置防止结垢等稳定水质的设施。

5.3.4 湖、水库水处理应与取水水质相适应,一般可经简单处理后直接进水源热泵机组。在藻类季节性频发的湖、水库取水时,应考虑抑藻、除藻措施。

5.4 排放水

5.4.1 排放水排放到水体时,应符合《污水综合排放标准》GB 8978 及《地表水环境质量标准》GB 3838 相关要求。

5.4.2 排放水宜考虑一水多用及能量的梯级利用。

5.4.3 排放水管路宜与取水管路隔离。排水点应设置在取水点下游,并保持足够间距避免对取水水质和温度等造成负面的影响。

5.4.4 当直接排放时,排放水可利用当地雨水管道进行排放,但

应校核暴雨时期雨水是否排放通畅。

5.4.5 排放水单独直接排放时应设置一定的消能措施。当工程规模较大时,宜设置多口排水。

5.4.6 江水源热泵系统排放水宜采用明渠顺水流方向排放,明渠与顺水流方向呈 30° 到 60° 夹角。当设置多口排放时,排放口间距不应小于 10m。

5.4.7 湖水源热泵系统排放水宜采用穿孔管射流表面排放方式。若湖水源热泵系统排放水采用重力出流,宜沿水平方向穿孔;若采用压力出流,并能提供足够的压力,可以适当角度倾斜向上排放,该角度宜取 30° 到 60° 。

5.4.8 排水管道的材质和连接方式等应满足《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 5026 的有关规定。

5.4.9 应对排放水进行生态环境影响评估。

6 换热系统

6.1 一般规定

6.1.1 地表水换热系统设计前,应对受纳水体的热环境容量进行评估。

6.1.2 地表水水源热泵系统的制冷能效比应满足下式规定:

$$EER_r = \frac{Q}{\sum N_i + \sum N_j} \geq a - b t_w^c$$

式中: Q ——系统设计总制冷量, kW;

$\sum N_i$ ——对应最热月平均进水温度时水源热泵机组输入功率之和, kW;

$\sum N_j$ ——对应最热月平均进水温度时与热泵机组相关的源水侧所有水泵及水处理设备的输入功率之和, kW;

t_w ——最热月室外平均湿球温度, °C;

a, b, c ——常数, 各系统冷量范围取值见表 3.7.2。

表 3.7.2 a, b, c 常数取值表

系统冷量范围(kW)	a	b	c
$Q \leq 1100$	6.9339	0.0717	1.1366
$1100 < Q \leq 3500$	7.2757	0.0698	1.1549
$Q > 3500$	7.6462	0.0658	1.1812

6.1.3 地表水换热系统的形式应根据源水水体的水质、水温、水位和航道等因素综合确定。

6.1.4 地表水换热系统的换热量应满足地表水水源热泵系统最大吸热量或释热量的需要。当不能满足要求时,应采取辅助冷却或加热措施。

6.1.5 地表水换热系统的辅助加热不得采用直接电加热方式。

6.1.6 地表水热能利用后,应对排入水体作热污染影响评价,池

表水换热系统对地表水体的温度影响应限制在:周平均最大温升 $\leq 1^{\circ}\text{C}$,周平均最大温降 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ 。

6.2 开式系统

6.2.1 源水水质或经水处理后的水质满足本标准第 4.0.1 条规定的水质要求时,宜采用地表水直接进入水源热泵机组的方式。

6.2.2 当源水杂质较多、含盐度及其他矿化物质浓度较高时,宜在源水与水源热泵机组之间增设中间换热器,设置时应作技术经济比较。中间换热器的材质应具有与地表水成分相应的耐腐蚀能力,宜采用换热管束为内光外肋合金管的壳管式换热器。

6.2.3 开式地表水换热系统取水口应选择水温较佳、水质较好的位置,且位于排水口的上游并远离排水口,应避免取水与排水短路。取水口(或取水口附近一定范围)应设置污物初过滤装置且应有便于清洗的措施。

6.2.4 取水构筑物的位置应在保证水质的前提下,尽可能靠近水源热泵机房。

6.2.5 开式地表水换热系统源水侧应采取有效的除沙、过滤、灭藻等水处理措施。

6.2.6 开式地表水换热系统的水处理应采用物理处理方式,不得采用加药等化学处理方式。水处理方式不得对地表水水体造成污染。

6.2.7 开式地表水换热系统的过滤器宜设置连续反冲排污功能,过滤器目数应按水体的杂质粒径确定。

6.2.8 在中间换热器和水源热泵机组选型计算时,应选取合理的污垢系数。

6.2.9 源水系统中宜设置防止换热器结垢的免拆卸清洗系统。

6.2.10 开式地表水换热系统的水源热泵机组宜采用满液式机组,制冷、制热工况切换宜选用制冷剂侧切换的热泵机组。

6.2.11 开式地表水换热系统源水泵的安装高度应满足水泵允许吸水高度要求,水力计算时应结合水质条件对比摩阻进行修正,同时应考虑取排水口落差。

6.2.12 地表水进、出水-水换热器的温差不应小于 5°C ,经技术经济比较后,宜采用大温差。水-水换热器换热管内水流速不宜小于 1.5m/s 。

6.2.13 中间换热器和水源热泵机组的换热器材质应具有与源水水质相应的耐腐蚀和耐磨损能力。

6.3 闭式系统

6.3.1 水体水质较差或水体环境要求高,水体有一定深度,且水温适合时,宜采用闭式地表水换热系统,但不宜用于水深小于 3m 的湖、库等地表水水体。

6.3.2 闭式地表水换热器形式应根据设计换热量、河床的形状、水体的深度、可利用的地表水面积、水质等因素比较确定。换热器的管间距应满足水体中主要杂质方便通过的要求。

6.3.3 闭式地表水换热器的换热特性与规格应通过计算或试验确定。

6.3.4 闭式地表水换热系统宜为同程系统。每个环路集管内的换热环路数宜相同,且宜并联连接;环路集管布置应与水体形状相适应,供、回水管应分开布置。

6.3.5 闭式地表水换热器底部与水体底部的距离不小于 0.2m ,与最低水位的距离不应小于 1.5m 。换热器单元间应保持一定的距离,并应有可靠的固定措施。

6.3.6 换热器管材及管件应符合下列规定:

- 1 换热管应采用化学稳定性好、耐腐蚀、导热系数大、流动阻力小的管材及管件,管件与管材应为相同材料。

- 2 换热管质量应符合国家现行标准中的各项规定。管材的

公称压力及使用温度应满足设计要求,且管材的公称压力不应小于 1.0MPa。

6.3.7 传热介质应以水为首选。在有冻结可能的地区,传热介质应添加合适浓度的防冻剂。防冻剂选择应满足下列要求:

- 1 安全,腐蚀性弱,与换热管管材无化学反应。
- 2 传热介质的冰点宜比设计最低运行温度低 $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ 。
- 3 良好的传热特性,较低的摩擦阻力。
- 4 易于购买、运输和储藏。

6.3.8 闭式地表水换热器选择计算时,设计工况换热器出水温度夏季不应高于 32°C ,冬季不宜低于 7°C 。夏季地表水换热器设计进出水温差不应小于 5°C 。

6.3.9 闭式地表水换热器内传热介质应保持紊流状态。

6.3.10 闭式地表水换热系统管材的承压能力应满足换热器两侧的工作压力要求。

6.3.11 闭式地表水换热系统应有排气、定压、膨胀、自动补水装置,补水管应设水表并宜设漏水报警装置。进入闭式换热系统的介质应经可靠的过滤处理。

7 热泵机组

7.1 一般规定

7.1.1 水源热泵机组正常工作的冷(热)源温度范围,应与源水的供水温度变化范围相适应。

7.1.2 选用的水源热泵机组应具有能量调节功能,机组的制冷能效比(EER)、制热性能系数(COP)应符合表 7.1.2-1 和 7.1.2-2 的规定。

表 7.1.2-1 冷热风型机组能效比(EER)、性能系数(COP)

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
$Q \leq 14000$	3.2	4.0	3.9	3.5	3.1	2.65
$14000 < Q \leq 28000$	3.25	4.05	3.95	3.55	3.15	2.7
$28000 < Q \leq 50000$	3.3	4.10	4.0	3.6	3.2	2.75
$50000 < Q \leq 80000$	3.35	4.15	4.05	3.65	3.25	2.8
$80000 < Q \leq 100000$	3.4	4.20	4.1	3.7	3.3	2.85
$Q > 100000$	3.45	4.25	4.15	3.75	3.35	2.9

表 7.1.2-2 冷热水型机组能效比(EER)、性能系数(COP)

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

7.1.3 作为生活热水热源的水源热泵热水机,其制热性能系数(COP)应符合表 7.1.3 的规定。

表 7.1.3 水源热泵热水机名义工况时的性能系数(COP)

热水机型式		COP(W/W)
一次加热式		4.50
循环加热式	不提供水泵	4.50
	提供水泵	4.10

7.1.4 水源热泵机组的噪声限值应符合国家标准《水源热泵机组》GB/T 19409 的有关规定。

7.1.5 采用闭式换热系统并添加防冻液时,应对水源热泵机组的制冷/热量和蒸发器/冷凝器阻力进行修正。

7.1.6 水源热泵机组应有压缩机的启停与源水的通断连锁措施。

7.1.7 采用开式换热系统时,选用的水源热泵机组的制冷/热量应考虑结垢影响。水源热泵机组的蒸发器/冷凝器材质应有良好的抗腐蚀能力。

7.1.8 水源热泵机组及末端设备应按实际运行参数选型。

7.1.9 冬季采暖期较长,有较大内区在冬季提供稳定的余热量,需要同时供冷和供热的建筑,宜采用分散布置的水环式水源热泵机组。

7.1.10 采用板式换热器作为冷凝器/蒸发器的水源热泵机组,地表水不得直接进入机组。

7.1.11 水源热泵机组的工质必须符合有关环保要求。采用过渡工质时,水源热泵机组的使用年限不得超过中国禁用时间表的规定。

7.2 水—水热泵机组

7.2.1 集中布置的水—水热泵机组台数的选择,应能适应空调负荷全年变化规律,满足季节及部分负荷要求,一般不宜小于 2

台。分散布置的小型水-水热泵机组,应选调节性能优良的机组。

7.2.2 用于生活热水供应的水-水热泵机组,应选用水源热泵热水机。当其为唯一热源时,机组数量不宜少于2台。小型工程选用一台热泵机组时宜采用双压缩机、双制冷回路的多机头热泵机组。

7.2.3 水-水热泵机组应有容量控制机构以适应低负荷的运行。

7.2.4 水-水热泵机组的机型,宜按表7.2.4内的制冷量范围,经过技术经济比较确定。

表 7.2.4 水-水热泵机组的选型范围

单机名义二工况制冷量(kW)	水-水热泵机组机型
≤116	往复式、涡旋式
116~700	往复式
	螺杆式
700~1054	螺杆式
1054~1758	螺杆式
	离心式
≥1758	离心式

注:水-水热泵机组的名义工况详见国家标准《水源热泵机组》GB/T 19409。

7.3 水-空气热泵机组

7.3.1 除产品的技术性能允许外,水-空气水源热泵机组不得直接用于处理室外新风。

7.3.2 室内设置小型水-空气热泵机组时,应对水源热泵机组进行消声和隔振的设计计算。室内噪声标准要求高时,宜采用分体式水源热泵机组。

7.3.3 落地式水-空气水源热泵机组宜设置在专用空调机房内。

8 建筑物内系统

8.1 一般规定

8.1.1 建筑物内系统的设计应符合现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的规定。其中,涉及生活热水或其他热水供应部分,应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定。

8.1.2 建筑物内系统应根据建筑的特点及使用功能确定水源热泵机组的设置方式及末端空调系统形式。

8.1.3 在水源热泵机组外进行冷、热转换的水源热泵系统应在水系统上设冬、夏季节的功能转换阀门,并在转换阀门上作出明显标识。源水直接进入水源热泵机组的系统应在水系统上预留机组清洗用旁通管。

8.1.4 同时具备供热、供冷功能的水源热泵系统,宜采用水源热泵系统供热,不足部分由其他方式解决。

8.1.5 建筑物内系统设计时,应通过技术经济比较后,视需要增设辅助热源、蓄热(冷)装置或其他节能设施。

8.1.6 辅助排热设备与地表水源的串、并联方式和辅助热源的前后置方式宜通过技术经济比较确定。

8.1.7 采用闭式换热系统时,辅助排热设备不宜直接采用开式冷却塔。

8.2 水源系统

8.2.1 水源热泵机组有根据负荷调节源水流量的措施时,源水系统的总流量可根据各空气调节区逐时冷负荷的综合最大值确

定,水源热泵机组无根据负荷调节源水流量的措施时,源水系统的总流量应根据各空气调节区夏季冷负荷的累计值确定,并应计入各项有关的附加冷负荷。

8.2.2 当源水泵的铭牌功率超过 7.5kW 时,源水系统宜采用变流量系统。

8.2.3 集中布置的大型水源热泵机组,其源水泵与水源热泵机组之间应按一泵对一机设置。多台源水泵与大型水源热泵机组之间采用共用集管连接时,每台水源热泵机组的进口或出口管道上应安装电动阀,电动阀应与对应运行的水源热泵机组运行工况相适应。

8.2.4 夏季源水温度低于 25℃ 时,源水管道应采取防结露措施。

8.2.5 分散设置的小型水源热泵机组应采取措施保证源水系统各并联环路之间的水力平衡。

8.2.6 源水温度不高于 18℃ 时,宜利用源水冷却室内空气和室外新风。

8.2.7 冬季制冷运行或夏季运行、源水温度较低的水源热泵机组应采取措施保证源水的进水温度不低于制冷工况正常运行允许的最低限值。

8.3 空调水系统

8.3.1 水源热泵机组提供的空调热水温度不宜过高,一般为 45℃。空调热水供回水温差不应小于 5℃。

8.3.2 在水-水热泵机组外部进行工况转换的水源热泵系统,当换热系统为开式,或换热系统为闭式且添加防冻液时,应采取措施防止空调水系统的水质受到污染。

8.3.3 集中布置的大型水源热泵机组,其冷(热)水泵与水源热泵机组之间应按一泵对一机设置,多台冷(热)水泵与大型水源热泵机组采用共用集管连接时,每台水源热泵机组的进口或出口管

道上应装电动阀,电动阀应与对应运行的水源热泵机组运行工况相适应。

8.3.4 空调水系统应采取措施保证水系统各并联环路之间的水力平衡。

8.4 热回收

8.4.1 同时存在空调冷负荷和热负荷(空调或生活热水)时,宜考虑水源热泵机组冷凝热的部分回收利用。

8.4.2 带热回收功能的水源热泵机组提供的热水温度在满足需要的情况下应尽量低,提供较高温度热水时应通过技术经济比较确定。

8.4.3 热回收的供热量不足以满足供热负荷(空调或生活热水)时,应设置辅助加热装置。条件允许时,宜采用其他可再生能源作为辅助加热装置的热源。

8.4.4 带热回收的水源热泵机组提供生活热水供热负荷时,应采取措施保证进入冷凝器的水温满足安全运行的最低水温。

9 监测与控制

9.1 一般规定

9.1.1 水源热泵系统应加强对源水系统的监测和控制,以提高系统安全运行的能力,降低环境破坏的风险,实现系统的高效节能运行。

9.1.2 源水管道和空调水管道上均应安装水流开关,并与水源热泵机组连锁。

9.1.3 系统启动时,电动水阀、源水泵、空调水循环泵应先于水源热泵机组启动,水源热泵机组在源水流得以证实后启动。系统停机时与上述顺序相反。

9.1.4 应监测取水、排水温度和水源热泵机组进出水温度。

9.1.5 对静止水体,宜监测取水口上部 1m~2m 处水温。对流动水体,宜监测排水口下游侧 30m 处水温。

9.1.6 应监测水处理设备进出口水压力,当进出口水压差超限时应报警。

9.1.7 供热时源水进水温度低于水源热泵机组的下限设定值时,应触发停机保护,启动辅助加热系统。

9.1.8 水体出现热污染时,应停止机组运行。

1 对静止水体,应设置水体最高允许温度,当水体温度超过允许值时,应停机。

2 对流动水体,当下游 30m 处水温超过取水口温度 1℃时,应停机。

9.1.9 公共建筑的空调冷热水系统宜设置分楼层、分室内区域、分用户或分室的冷、热量计量装置;建筑群的每栋公共建筑及其冷、热源站房内冷热水系统和源水系统,应设置冷、热量计量装置。

9.2 水源系统监测与控制

9.2.1 源水侧应对以下参数进行监测:

- 1 源水的供回水温度、压力和流量。
- 2 地表水体在取水口和排水口附近的水温,或换热盘管附近的水温。
- 3 闭式换热系统补水的流量。
- 4 开式换热系统的水质。
- 5 排热量/吸热量。

9.2.2 开式换热系统采用变流量时,应根据供水管上定压点的水静压或供回水温差对源水泵进行变流量控制;闭式换热系统采用变流量时,应根据换热系统的供回水静压差对循环泵进行变流量控制。

9.2.3 水源热泵机组应有源水进(出)水温度保护装置,当水温过低可能冻结时,应关闭该水源热泵机组。

9.2.4 源水系统安装辅助加热装置时,应根据水源热泵机组的源水进水温度控制加热量。

9.2.5 冬季制冷运行的地表水水源热泵系统的源水供回水管间宜安装旁通管和电动三通阀,根据水源热泵机组的允许最低源水进水温度对电动三通阀进行控制。

9.2.6 水源热泵机组应具有能量调节功能,且其蒸发器出口应设防冻保护装置。

9.3 空调水系统监测与控制

9.3.1 空调水侧应对以下参数进行监测:

- 1 空调水系统供回水的温度和压力。
- 2 空调水系统补水的流量。

3 空调水系统的瞬时冷量/热量。

9.3.2 多台集中布置的大型水源热泵机组宜采用群控方式,根据空调冷热水系统的瞬时冷量/热量对热泵机组进行台数控制。

9.3.3 空调末端均应设置温度控制装置,通过控制空调末端空调水管上的电动调节阀来实现对温度的控制。当冬、夏季分别供应空调热水和冷水时,温度控制装置应带冷热转换开关。

附录 A 长江、嘉陵江实测水温(2009 年)

表 A.0.1 长江实测水温

月份	日平均最高温度(℃)	日平均最低温度(℃)	月平均温度(℃)
1	11	6	16.0
2	17	10	13.8
3	20	13	15.5
4	22	15	18.0
5	25	20	22.4
6	26	22	24.6
7	28	23	25.8
8	28	24	25.1
9	26	23	25.2
10	24	19	21.0
11	20	10	15.2
12	14	9	12.0

表 A.0.2 嘉陵江实测水温

月份	日平均最高温度(℃)	日平均最低温度(℃)	月平均温度(℃)
1	10	8	9.1
2	13	9	11.5
3	17	11	13.5
4	20	14	18.0
5	22	20	21.1
6	26	21	23.8
7	28	25	26.4
8	28	25	27.0
9	28	22	25.4
10	23	19	19.7
11	19	12	15.7
12	13	9	11.5

附录 B 长江上游各区段水温计算方法

B.0.1 当缺少多年水温测试数据时,可根据多年的日平均气温数据,分别计算累年的日平均水温,然后利用统计方法计算累年的月平均水温。

B.0.2 长江在与嘉陵江汇合前区段江水日平均水温可按式计算:

$$\begin{cases} WT_d = -0.00133DBT_d^3 + 0.06373DBT_d^2 + 0.14979DBT_d + \\ \quad 8.8284 + \xi \times SD & (DBT_d < 30.72) \\ WT_d = 25.812 + \xi \times SD & (DBT_d \geq 30.72) \end{cases} \quad (B.0.2)$$

式中: WT_d ——日平均水温, $^{\circ}\text{C}$;

DBT_d ——日平均干球温度, $^{\circ}\text{C}$;

SD ——偏差修正基准值,取值 1.5968°C ;

ξ ——区间为 $[-1, 1]$ 均匀分布随机函数。

B.0.3 嘉陵江在汇入长江前区段江水日平均水温可按式计算:

$$WT_d = -0.000800927DBT_d^3 + 0.04641DBT_d^2 + 0.04014DBT_d + 7.44611 + \xi \times SD \quad (B.0.3)$$

式中: SD ——偏差修正基准值,取值 1.42522°C ;

ξ ——区间为 $[-1, 1]$ 均匀分布随机函数。

B.0.4 嘉陵江和长江汇合后区段江水日平均水温可按式计算:

$$\begin{cases} WT_d = 10.5 + \xi \times SD & (DBT_d \leq 5.7) \\ WT_d = -0.00183 \times DBT_d^3 + 0.1039 \times DBT_d^2 - 1.00791 \times DBT_d \\ \quad + 13.24884 + \xi \times SD & (5.7 < DBT_d < 32.14) \\ WT_d = 27.43 + \xi \times SD & (DBT_d \geq 32.14) \end{cases} \quad (B.0.4)$$

式中: SD ——偏差修正基准值,取值 2.27266°C ;

ξ ——区间为 $[-1, 1]$ 均匀分布随机函数。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,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 标准中指明应按其他有关标准执行时,写法为:“应符合……的要求或规定”或“应按……执行”。

重庆工程建设

重庆市工程建设标准

地表水水源热泵系统设计标准

DBJ50-115-2010

条文说明

2011 重 庆

重庆工程建设

目 次

1 总 则	33
2 术 语	34
3 工程勘察	35
4 水源的水质与水温	36
5 取水、水处理与排放水	37
5.1 一般规定	37
5.2 取水	37
5.3 水处理	40
5.4 排放水	41
6 换热系统	43
6.1 一般规定	43
6.2 开式系统	44
6.3 闭式系统	47
7 热泵机组	48
7.1 一般规定	48
7.2 水—水热泵机组	55
7.3 水—空气热泵机组	55
8 建筑物内系统	56
8.1 一般规定	56
8.2 水源系统	57
8.3 空调水系统	58
8.4 热回收	58

9 监测与控制	60
9.1 一般规定	60
9.2 水源系统监测与控制	61
9.3 空调水系统监测与控制	62
附录 B 长江上游各区段水温计算方法	63

1 总 则

1.0.1 制定本标准的宗旨。合理地利用地表水水源热泵系统进行供热和空调,可获得良好的节能与环境效益。近年来我市地表水水源热泵系统的工程应用日益广泛,为了适应推广的需要,规范地表水水源热泵系统设计,确保系统安全、高效和节能运行,特制定本标准。

1.0.2 规定了本标准的适用范围。主要针对以江、河、湖、库水等地表水为低位热源,以水或添加防冻剂的水溶液为传热介质,采用蒸汽压缩热泵技术进行制冷、供热和提供生活热水的系统工程设计。我市污水排放和温泉蕴藏量大,利用城市污水和温泉废水作为低位热源也具有很大潜力,当前也有实际的工程应用,该类工程的设计可参考本标准。

1.0.3 规定地表水水源热泵系统的工程应用应通过技术经济比较确定。并在应用中结合近年来国内外出现的新技术、新设备、新材料、科研新成果,优先采用成熟的“四新”技术。地表水水源热泵系统工程应符合当地水资源综合利用开发相关规划的要求。

1.0.4 规定同其他标准规范衔接。本标准专业性标准,为了精简内容,其他通用性设计标准、规范的内容,除必要的引用或参照以外,本标准不再另设条文。本条强调在设计中除执行本标准外,还应执行与设计内容相关的安全、环保、节能、卫生等方面的国家和地方现行有关标准、规范等的规定。

2 术语

本章给出的 19 个术语,是在本标准的章节中所引用的。本标准的术语是从本标准的角度赋予其相应含义的,但含义不一定是术语的定义。同时,对中文术语还给出了相应的推荐性英文术语,该英文术语不一定是国际上的标准术语,仅供参考。

3 工程勘察

3.0.1 工程场地状况及地表水资源条件是能否应用地表水水源热泵系统的基础。地表水水源热泵系统方案设计前,应根据调查及勘察情况,选择合理的系统形式。地表水水源热泵系统工程勘察可参照《岩土工程勘察规范》GB 50021 及《供水水文地质勘察规范》GB 50027 进行。

3.0.2 工程场地可利用面积应满足修建地表水取水构筑物(地表水换热系统)的需要,同时,应满足设置和操作施工机具及埋设室外管网的需要。

3.0.3 地表水水源勘察应包括至少 5 年最高和最低水温、水位及最大和最小水量;地表水水质勘察应包括引起腐蚀与结垢的主要化学成分,地表水源中含有的水生物、细菌类、固体含量及盐碱量等。长江水系在三峡成库达到设计水位后,应采用更新后的水文资料。

3.0.5 渗透系数指单位时间内通过单位断面的流量(m/d),一般用来衡量地下水在含水层中径流的快慢。

4 水源的水质与水温

4.0.1 对进入水源热泵机组的源水水质进行规定。水质标准综合考虑了地表水(江、河、湖、水库等)水体水质、水处理技术及其成本、机组性能等方面的因素。根据地表水水源热泵水处理及热泵机组方面的研究成果,当含沙量不高于 100mg/L 、浊度不高于 100NTU 时,基本上不影响某些水源热泵机组的正常使用。当源水浊度较高时,宜考虑在水源热泵机组中采用在线自动清洗系统。

4.0.2 进入水源热泵机组的源水温度关系到机组的高效、安全运行,根据长江、嘉陵江重庆主城区段的实测结果,推荐最热月平均水温不宜大于 28°C ,最冷月平均水温不小于 9°C 。2009 年实测长江、嘉陵江水温数据见附录 A。如无累年水温数据,可依据附录 B 方法计算得到。累年平均水温所统计的年份,宜采用 30 年,不足 30 年时,按实有年份采用,但不得少于 5 年,少于 5 年时,应对水温数据进行修正,或按附录 B 方法计算补充得到。

5 取水、水处理与排放水

5.1 一般规定

5.1.1 对地表水水源热泵的源水水源选择进行规定。一般应满足下列要求：

- 1 水体功能区划所规定的取水地段。
- 2 可取水量充沛可靠。
- 3 取水、输水、水处理设施安全经济和维护方便。
- 4 水温适合。
- 5 具有施工条件。

5.1.2 对取水构筑物的位置进行规定。

5.1.4 水源选择涉及到水利、航运、水政、海事等多个行政管理部门，对此加以规定。

5.1.5 主要考虑到江水源热泵系统和湖水源热泵系统受纳水体的不同特点，对江水源热泵系统和湖水源热泵系统排放水的排放口采用不同的布置方式，具体布置方式参见本标准第 5.4.5 条～5.4.7 条规定。

5.2 取水

5.2.1 对取水系统的设计流量进行规定。由于水处理过程的自用水量会影响到总取水量，所以规定设计中宜选择反冲洗水量和损失量较小的水处理工艺和设备，以降低取水量，节约投资和能耗。

5.2.2 地表水水源热泵是水资源综合利用途径之一，不应対城镇供水等基本用途构成影响。同时，考虑到目前河流生态环境需

水量日益受到关注,地表水水源热泵系统取水还宜考虑对地表水体生态环境需水量的影响。

5.2.3 据三峡水库试验性蓄水期间对长江、嘉陵江水位、含沙量、水质、水华等方面情况的调查,三峡水库运行会对两江水体的水位、含沙量、水质以及河床冲淤变化等造成较大的影响,并继而对取水造成较大的影响。当在三峡大坝等大坝以上江段取水时,取水位置的确定应考虑水库运行和成库对涉及到取水水源和取水构筑物正常运行的有关因素的影响,一般不宜设在支流汇入的回水区域。此外,据 2008~2009 年的实测资料,长江干流水温没有明显的分层现象,考虑到上层江河水含沙量较低,取水位置宜尽量取表层水。而由于蓄水效应,长江次级河流受到长江水的顶托,水流速度变小,当受到光照及其他合适条件时,春季常常发生大规模的水华,会严重影响到水源热泵系统的正常运行,因此,当在长江次级河流等缓流水体取水时,应考虑水华的影响,并采取预防措施。

5.2.4 对湖、水库取水位置进行规定。一般来说,湖、水库水表层流会受到风向的影响而在下风向形成漂浮物的堆积,所以取水位置应避免设在常年主导风向的下风侧,以避免漂浮物的影响。由于汇入口水流速度较大,有利于设置取水口。据有关监测和实际工程经验,重庆市有关湖、水库的水温、水质存在一定的分层现象,为了提取具有合适水温的源水,取水口宜设置于水面以下 3.0m,以避免卷吸进上层水和空气。考虑到淤泥会引起取水口堵塞,取水头部应在湖、水库底 1.0m 以上。湖、水库取水应考虑抑藻防藻措施,可选用防藻型取水头部。

5.2.5 规定取水构筑物的型式选择。取水构筑物的型式与取水量、取水水质要求和地形以及工程地质条件等因素有关,选择时应综合考虑。当水源水位变幅大,水位涨落速度小于 2.0m/h,且水流不急(一般不大于 2.5m/s)、要求施工周期短和建造固定式取水构筑物有困难时,可考虑采用缆车或浮船等活动式取水构筑

物,但应满足《室外给水设计规范》GB 50013 中的有关规定。

5.2.6 对取水构筑物水位的设计标准进行规定。对于由于特殊原因或制冷供热要求较低,设计枯水位保证率较低时,应在系统设计时增加对水泵等设备的保护措施。

5.2.7 考虑到施工难度及容易受到涨水的影响,规定固定式取水头部宜按远期设计一次建成,同时规定了从系统安全考虑的取水头部数量及其间距要求。此外,进水间应分成数个以利清洗。当建筑物制冷和供热要求较高时,取水头部的个数应大于 2 个。在江河取水并采用 2 个以上的取水头部,且漂浮物较多时,相邻头部在沿水流方向宜有较大间距,以便利用江河水流速进行排沙。吸水管一般不宜少于两条,且流速一般不宜大于 0.5m/s 。

5.2.8 当条件合适时,选择具有较高除沙能力的取水头部可以降低后续水处理单元的压力。目前可以选用的防堵取水头部包括一般斜板取水头部及其他改进的斜板取水头部,如新型侧向流翼片斜板防堵取水头部等设备对长江、嘉陵江水的除沙效率可达到 45% 以上。

5.2.9 规定取水构筑物进水孔的设计要求。当采用其他新型除沙取水头部(如侧向流翼片斜板取水头部)时,进水流速不宜过大。自流管或虹吸管的连接应考虑防腐问题。

5.2.10 采用地表水潜水取水设计时,应根据取水区域的综合地质勘察报告和相关资料进行综合分析。考虑到取水量的长期稳定,设计水量应有一定的富余,同时可根据实际情况采取一定的清淤和反冲措施,清理滤床表面和滤管周边的泥质淤塞。潜流水取水应经济、可靠。

5.2.11 地表水水源热泵系统运行时的负荷会出现波动,且冬、夏季运行工况差别较大,因此应考虑节能优化。同时,泵型、台数、扬程等应综合考虑供热和制冷的季节性变化和逐日变化以及水处理阶段是否有蓄水池等因素。

5.2.12 取水管道到水处理构筑物的长度应满足地表水水源热

泵系统节能的要求,经济可行。所有输水管道严禁与城镇饮用水供水管道直接相连。输水管道应尽量利用已有设施穿越沿江公路;当不得不直接穿越时,应取得相关部门的同意,并设置一定的加固措施。输水管道的其他相关设计应满足《室外给水设计规范》GB 50013 的要求。

5.2.13 对输水管道的材质和连接方式进行规定。

5.3 水处理

5.3.1 水处理工艺的选择应综合考虑水头损失、能耗、环境影响、工作压力等因素,尽可能设备化,且与取水方式相协调。对于江(河)水源热泵系统,当条件合适时,宜利用天然或人工湖作为水处理设施,但应对水温变化和湖的处理效能进行评估。考虑到占地较大、系统能效低,不宜采用需设置蓄水池和二级泵的水处理工艺。

5.3.2 水处理设施存在定期检修和清洗的问题,在数量选择上应结合换热系统的设置综合考虑,不致在水处理设施检修、清洗时,整个地表水水源热泵系统全部停止运行。

5.3.3 对江河水水处理工艺选择进行规定。一般来说,江河水在夏季含沙量和浊度较大,是影响地表水水源热泵系统能效的重要因素,因此江河水水处理工艺的选择应优先考虑除沙问题。水处理方式应根据源水含沙量及其粒径组成、沙峰持续时间、排泥要求、处理水量和水质要求、取水方式等因素,结合地形条件确定,一般可选用斜板沉淀池、斜管沉淀池、改进型旋流除沙器和加强型机械过滤器等。当江河水冬夏季含沙量变化显著时,水处理应考虑冬、夏季运行模式的切换,以节约运行成本、提高能效。当以长江、嘉陵江等作为水源时,夏季水处理工况设计宜按照沙峰持续时间内源水的日平均含沙量设计,但应与水处理设备的调节能力相适应。在源水含沙量超过设计值期间,应考虑对水处理设备和系统清洗的运行工况进

行调整。根据 2009 年实测资料,长江夏季可按含沙量 $1.5\text{kg}/\text{m}^3 \sim 2.0\text{kg}/\text{m}^3$ 、中值粒径 D_{50} 为 $0.01\text{mm} \sim 0.015\text{mm}$ 进行设计,嘉陵江可按含沙量 $1.0\text{kg}/\text{m}^3 \sim 1.5\text{kg}/\text{m}^3$ 、中值粒径 D_{50} 为 $0.008\text{mm} \sim 0.01\text{mm}$ 进行设计。

5.3.4 根据湖、水库水水质调查和已有的工程运行情况,一般来说,湖、水库水含沙量较低且一般粒径较小,不宜采用大直径的旋流除沙器,可使用机械过滤器和全程水处理器等进行简单处理后直接进机组。重庆市不少湖(水库)存在藻类和水华季节性爆发的现象,水处理应重点考虑抑藻和防藻措施。

5.4 排水水

5.4.1 排水水既包括热泵机组排水水,也包括水处理及换热系统中产生的废水,其排放应满足国家其他规范的要求。

5.4.2 排水水一般优于地表水源水,且往往有可以利用的势能,宜考虑综合利用。当综合利用时,应满足相应用途的水质标准要求,且应进行水量平衡计算,使全部或部分用作项目规划区和附近地区绿化、道路浇洒用水。排放水的一水多用可与雨水综合利用及小区废水回用设施相结合。

5.4.3 源水在制冷工况下与热泵机组换热后温度会提高,因此排水水管路宜与取水管路隔离或设置隔温措施,以避免对取水管路的水温造成不利影响。此外,排水点应设置在取水点的下游,以避免对取水水质、水温等造成影响。对于流向受蓄水影响季节性变化的河流,应充分考虑流向变化对取、排水的影响。

5.4.4 排水水不综合利用时,可利用雨水管道进行排放,以简化排水方式,降低排水工程量。校核的主要内容包括排放水流量与最大设计暴雨量叠加时对雨水管道的影响等,并应得到有关部门的批准。

5.4.5 消能措施可参考城市排水工程中的有关方法,如消能井、

阶梯式排水渠道等。

5.4.6 江水源热泵系统排放水采用明渠排放可适应受纳水体变水位的特点,保证排放水的表面流排放;明渠沿顺水流方向布置,与水流方向呈 30° 到 60° 夹角,可借助受纳水体流动,保证排放水迅速扩散,减少对受纳水体的不良影响;明渠间间距不小于 10m,可消除多口排放的温度累加效应。

5.4.7 湖水源热泵系统排放水采用穿孔管射流表面排放方式,研究表明,该排放方式对排放口附近水域温升影响最小,能有效减小排放水对受纳水体水环境安全的不良影响。

5.4.8 对排放水管道的材质和连接方式等进行规定。

5.4.9 据相关研究,排放水可能会对近岸水域造成一定的生态环境影响,因此,在排放之前应参考重庆市《地表水水源热泵系统适应性评估标准》DBJ 50-117 对其进行评估,以确定最佳排放方式。

6 换热系统

6.1 一般规定

6.1.1 地表水的热环境容量是有限的,换热系统的排热或吸热量超出地表水水体本身所能承受的热环境容量时,可能造成地表水水源热泵系统能效的下降,和地表水体生态环境的破坏,因此规定地表水水源热泵系统设计前应对收纳水体的热环境容量进行评估。

6.1.2 地表水水源热泵系统主要利用地表水较好的低位热能来提高制冷、制热时的机组能效。大部分地区夏季地表水平均温度低于冷却塔供水的平均温度,此时水源热泵机组的制冷能效较高。但有些项目的源水输配系统存在输送距离长、提升扬程高的现象,如果源水泵能耗过高,整个地表水水源热泵系统的制冷能效可能低于常规利用蒸发式冷却塔冷却的制冷系统能效。此时采用地表水水源热泵系统不仅增加投资,而且增加制冷系统能耗,在这种情况下不应采用地表水水源热泵系统。

重庆市主城区的最热月平均湿球温度为 24.7℃。

典型公共建筑如办公、酒店、商业类建筑的夏季能耗一般为冬季能耗的 2~3 倍,因此对地表水水源热泵系统的制冷能效比进行评价显得非常重要。本条规定的地表水水源热泵系统的制冷系统设计能效比,与对应《公共建筑节能设计标准》GB 50189 所规定的机组能效下的制冷系统能效比相比约提高 5%。

源水泵输入功率是指从取水口至水源热泵机组间各级水泵的输入功率之和,水泵的输入功率可按下式确定:

$$P = \frac{G \cdot H \cdot \rho}{102 \cdot \eta};$$

式中: P —— 水泵输入功率, kW;

G —— 水泵流量, m^3/s ;

H —— 水泵扬程, m;

ρ —— 水泵输送流体的密度, kg/m^3 ;

η —— 水泵总效率(含水泵全效率及电机效率)。

6.1.3 通过技术经济分析确定地表水换热系统的形式,使地表水水源热泵系统实现高效节能,同时不影响地表水体的其他使用功能。

6.1.4 地表水水源热泵系统的最大吸热量或释热量与空调设计的总冷负荷或总热负荷相对应。应根据地表水温度、水容量等条件分别验算地表水体所能承担的最大吸热量与释热量,当不能满足系统需求时,应采用辅助冷却或加热系统与地表水换热系统合用的复合系统。辅助冷却或加热设备应采用高效节能产品。

6.1.5 合理利用能源、提高能源利用率、节约能源是我国的基本国策。用高品位的电能直接用于转换成低品位的热能,热效率低,运行费用高,是极不合理的。因此,在选择辅助加热设备时,严禁采用直接电加热方式。

6.1.6 地表水热能利用后排入水体,会使水体温度上升或下降。水体温度上升会破坏水中微生物的生长环境,致使水中微生物死亡,水质恶化,水体污染。为了防止水体热污染,应对热能利用后的地表水作热污染影响评价,应满足《地表水环境质量标准》GB 3838 的要求。

6.2 开式系统

6.2.1 源水直接进入水源热泵机组有利于充分利用地表水的低位热能,提高制冷制热效率。但水质较差的源水直接进入水源热泵机组可能造成换热性能下降,并影响机组的使用寿命。实验证明,进入热泵机组的水质满足本标准第 4.0.1 条规定时,对水源

热泵机组的换热性能影响较小,机组能效较高。

6.2.2 当源水经处理后仍不能满足热泵机组水质要求,或水处理成本过大时,宜设置中间换热器。中间换热器的选择应通过技术经济比较确定,其材质应满足耐腐蚀要求,并使水源热泵系统的制冷能效比满足第 6.1.2 条要求。采用换热管束为内光外肋合金管的壳管式换热器有利于减轻污垢沉积和管路堵塞,减少维护工作量。

当中间换热器选用板式换热器时,设计接近温度(进入换热器的源水温度与出换热器的热泵侧循环水温度之差)不应大于 2°C 。选用壳管式换热器时,设计接近温度不宜大于 3°C 。中间换热器的水阻不宜大于 50kPa 。

6.2.3 取水口位置的选择应综合考虑地表水体的水温分层、水质分布、最低水位等因素,同时应避免与排水口的热短路。

6.2.4 取水构筑物尽量靠近水源热泵机房,有利于减少源水输送能耗,提高水源热泵系统的系统能效比。

6.2.5 由于地表水体的不同,其水质状况不同,在开式地表水换热系统设计时应采取具有针对性的水处理措施。

6.2.6 强调开式地表水换热系统水处理方式的选择,必须考虑对环境的影响。由于开式地表水水源热泵系统的取水量大,采用加药等化学处理方式可能对地表水体的生态环境造成严重的影响,应禁止使用。

6.2.7 地表水体中悬浮物种类较多,大小不一,换热系统连续取水量大,因此在过滤器选择时应考虑排污对系统的影响,并应对水体的杂质粒径进行分析,使过滤器能满足处理大部分杂质的要求。

6.2.8 由表面污垢产生的热阻在换热器总热阻中占很大的权重,对选型计算结果影响明显,过低的污垢系数取值严重影响计算结果和设备容量的选择。

我国《蒸气压缩循环冷水(热泵)机组 第一部分:工业或商

业用及类似用途的冷水(热泵)机组》GB/T 18430.1 规定,冷水(热泵)机组的蒸发器的水侧污垢系数为 $0.018 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{kW}$, 冷凝器的水侧污垢系数为 $0.044 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{kW}$ 。因此,绝大部分水源热泵机组产品资料中的制冷量和制热量是对应上述污垢系数进行标定的,此数值应用于地表水水源热泵系统中明显偏低。

迄今为止我国对湖水、江水、河水等地表水在换热表面产生污垢的污垢热阻值缺乏系统研究,结合工程应用此处建议采用 $0.129 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{kW}$ 或水质适宜的污垢系数。

6.2.9 开式地表水换热系统中,常规的水处理与运行管理很难保证换热器长时间的高效运行。工程实践表明,各类免拆卸在线或非在线清洗系统的应用,能有效改善换热器的换热性能,减少换热器拆洗频率。用于壳管式换热器的胶球和毛刷清洗系统能不在中断换热器运行的情况下,对换热表面进行连续清洁。当水源热泵机组采用水侧切换,且蒸发器和冷凝器采用同一套胶球清洗系统时,其蒸发器和冷凝器内的换热管束内径应一致。

6.2.10 采用满液式水源热泵机组有利于提高机组的能效,便于换热管束的清洗和免拆卸清洗系统的设置。开式地表水换热系统制热、制冷工况采用水侧切换时,将造成水资源的浪费和对空调水系统的污染。近年来,有些生产厂商已研制开发了制冷剂侧切换的热泵机组,能有效克服上述问题。

6.2.11 开式地表水换热系统源水泵的选择应对吸水高度和扬程进行复核计算,系统水力计算时应根据水质状况对比摩阻加以修正。

6.2.12 开式地表水换热系统的进出水温差应根据源水水温、源水输配系统能耗和热泵机组 EER 值,通过技术分析确定,使得地表水水源热泵系统的制冷能效比达到最高,一般不应低于 5°C 。

6.2.13 中间换热器或水源热泵机组换热器材质应根据地表水的水质加以针对性的选择。

6.3 闭式系统

6.3.1 闭式地表水换热系统设计应充分考虑水体的水质、水深和水温条件。水温适合是指:当采用闭式换热系统的地表水水源热泵系统与水冷冷水机组和锅炉组合的常规冷热源形式比较,仍有节能潜力。

水深小于 3m 的湖、库等静止水体由于受太阳辐射、蒸发、传热的影响较大,水温接近大气干球温度。此时采用闭式换热系统的地表水水源热泵系统可能难以达到节能的目的。

6.3.2 合理的换热器设置是高效运行的保障。

6.3.3 闭式地表水换热系统设计前应进行换热特性计算或试验,当基础数据齐全时可通过模拟计算确定;否则应通过排热、吸热试验取得相关数据,测试的持续时间宜大于 48h。

6.3.4 利于换热系统的水力平衡。

6.3.5 保证换热效果,防止泥沙淤塞和损坏。最低水位指近 20 年每年最低水位的平均值。

6.3.7 水是最安全、无腐蚀、传热特性好的理想传热介质,应优先考虑采用。当采用其他换热介质时,应选用毒性、易燃性、腐蚀性和摩擦阻力较低,传热特性良好的材料。主要可选用的传热介质有:氯化钠溶液、氯化钙溶液、乙二醇溶液、丙醇溶液、丙二醇溶液、甲醇溶液、乙醇溶液、醋酸钾溶液、碳酸钾溶液等。

6.3.9 换热器内传热介质保持紊流状态以提高其换热能力,换热管内的雷诺数应大于 2300。当水为传热介质时管内流速宜大于 0.6m/s。

6.3.10 换热系统管材的承压能力确定除应满足循环水侧的工作压力外,还应满足地表水侧承压的要求。

6.3.11 排气、定压、膨胀、自动补水装置是闭式地表水换热系统应该考虑的措施。为及时发现水下换热器的渗漏,换热系统宜设置漏水报警装置。

7 热泵机组

7.1 一般规定

7.1.1 地表水的水温特别是斜温层以上的水温受取水深度、大气环境温度、太阳短波辐射、地表水对天空的长波辐射、水面风速、水的污浊度、排(取)热量、流入/流出的水量等因素的影响,会有一个波动范围,特别是对于面积较小的浅水塘要计算其水温波动的最大值和最小值,一般地表水温度的波动范围应在选用的水源热泵机组正常工作的冷(热)源温度范围内。当地表水的温度波动超过水源热泵机组正常工作的冷(热)源温度范围,且技术经济比较合理时,可设置辅助热源或辅助排热装置。源水上安装辅助加热装置且源水温升较大,使得进入水源热泵机组的源水温度满足机组的正常工作范围,很可能在技术经济上是不合理的,此种情况应严格禁止。本条强调经济技术比较合理时,才在地表水源的基础上设置辅助热源或辅助排热装置。

7.1.2 现行国家标准《水源热泵机组》GB/T 19409 规定了在名义制冷工况和名义制热工况下冷热风型和冷热水型水源热泵机组的制冷能效比(EER)和制热性能系数(COP)。

表 7.1.2-1 冷热风型机组的试验(名义)工况

试验条件		使用侧入口空气状态		热源侧状态			
		干球温度	湿球温度	环境干球温度	进水/出水温度		
					水环式	地下水式	地下环路式
制冷运行	名义制冷	27	19	27	30/35	18/29	25/30
	最大运行	32	23	32	40/— ^a	25/— ^a	40/— ^a
	最小运行	21	15	21	20/— ^a	10/— ^a	10/— ^a
	凝露	27	24	27	20/— ^a	10/— ^a	10/— ^a
	凝结水排除						
	变工况运行	21~32	15~24	27	20~40/— ^a	10~25/— ^a	10~40/— ^a
制热运行	名义制热	20	15	20	20/— ^a	18/— ^a	0/— ^a
	最大运行	27	—	27	30/— ^a	25/— ^a	25/— ^a
	最小运行	15	—	15	15/— ^a	10/— ^a	-5/— ^a
	变工况运行	15~27	—	27	15~30/— ^a	10~25/— ^a	-5~25/— ^a
	风量静压	20	16	—	—	—	—

注:1 机组在标称的静压下进行试验;

2 ^a 采用名义制冷工况确定的水流量。

表 7.1.2-2 冷热水泵机组的试验(名义)工况

试验条件		环境空气状态		使用侧进水/	热源侧进水/出水温度		
		干球温度	湿球温度	出水温度	水环式	地下水式	地下环路式
制冷运行	名义制冷	15 至 30	—	12/7	30/35	18/29	25/30
	最大运行			30/— ^a	40/— ^a	25/— ^a	40/— ^a
	最小运行			12/— ^a	20/— ^a	10/— ^a	10/— ^a
	凝露	27	24	12/— ^a	20/— ^a	10/— ^a	10/— ^a
	变工况运行			12~30/— ^a	20~40/— ^a	10~25/— ^a	10~40/— ^a
制热运行	名义制热	15 至 30	—	40/— ^a	20/— ^a	15/— ^a	0/— ^a
	最大运行			50/— ^a	30/— ^a	25/— ^a	25/— ^a
	最小运行			15/— ^a	15/— ^a	10/— ^a	-5/— ^a
	变工况运行	15~30/— ^a		15~30/— ^a	10~25/— ^a	-5~25/— ^a	

注:^a 采用名义制冷工况确定的水流量。

该标准并未涉及地表水工况,设计中选用的水源热泵机组在地下水式和地下环路式的名义制冷和制热工况下的 *EER* 和 *COP*

应不低于本标准第 7.1.2 条的规定。

为保证地表水水源热泵系统的节能性,在水源热泵机组选择时,除满足本条文所规定的最低性能要求外,应优先选用国家认定的节能型产品。

按照水源热泵机组节能产品认证规定要求,在名义工况下,水源热泵机组制冷量、制冷消耗功率和供热量、供热消耗功率在达到《水源热泵机组》GB/T 19409 规定情况下,热泵机组能效比(EER)、性能系数(COP)达到表 7.1.2-3、表 7.1.2-4 规定的节能评价值时,可认为该水源热泵机组为节能产品。

表 7.1.2-3 冷热风型水源热泵机组节能评价值

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
$Q \leq 14\,000$	3.84	4.80	4.68	4.20	3.72	3.18
$14\,000 < Q \leq 28\,000$	3.90	4.86	4.74	4.26	3.78	3.24
$28\,000 < Q \leq 50\,000$	3.96	4.92	4.80	4.32	3.84	3.30
$50\,000 < Q \leq 80\,000$	4.02	4.98	4.86	4.38	3.90	3.36
$80\,000 < Q \leq 100\,000$	4.08	5.04	4.92	4.44	3.96	3.42
$Q > 100\,000$	4.14	5.10	4.98	4.50	4.02	3.48

表 7.1.2-4 冷热水型水源热泵机组节能评价值

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
$Q \leq 14\,000$	4.08	5.10	4.92	4.44	3.90	3.36
$14\,000 < Q \leq 28\,000$	4.14	5.16	4.98	4.50	3.96	3.42
$28\,000 < Q \leq 50\,000$	4.20	5.22	5.04	4.56	4.02	3.48
$50\,000 < Q \leq 80\,000$	4.26	5.28	5.10	4.62	4.08	3.54
$80\,000 < Q \leq 100\,000$	4.32	5.34	5.16	4.68	4.14	3.60
$100\,000 < Q \leq 150\,000$	4.38	5.40	5.22	4.74	4.20	3.66
$150\,000 < Q \leq 200\,000$	4.44	5.46	5.28	4.80	4.26	3.72
$Q > 200\,000$	4.50	5.52	5.34	4.86	4.32	3.78

7.1.3 现行国家标准《商业或工业用及类似用途的热泵热水机》GB/T 21362 规定了水源热泵热水机在名义工况时的性能系数

(COP),设计中选用的水源热泵热水机应符合该规定。

表 7.1.3 水源热泵热水机的试验工况

单位为℃

试验条件		使用侧(或热水侧) ^a		源水侧(热源侧)
		初始水温度	终止水温度	进水温度/出水温度
制热运行	名义工况	15	55	15/-
	最大负荷工况	29		25/- ^b
	最小负荷工况	9	55 ^c	10/1 ^b
	变工况运行	-	9~55	10~35/ ^b

注:a 对循环加热式热水机,进行名义工况试验时,使用侧试验系统的试验水量为热水机 1h 的名义产水量;其他工况试验时,使用侧试验系统的试验水量为热水机 2h 或以上的名义产水量。

b 采用名义制热量及进出口 5℃ 温差确定的水流量。

c 或按照制造厂商明示的该工况最高使用侧温度进行试验。

7.1.4 现行国家标准《水源热泵机组》GB/T 19409 对冷热风型和冷热热水型机组的噪声限值如表 7.1.4-1 和表 7.1.4-2。

表 7.1.4-1 冷热风型机组的噪声限制

名义制冷量 Q/W	噪声限值/dB(A)				
	整体式		分体式		
	带风管型	不带风管型	使用侧		热源侧
			带风管型	不带风管型	
$Q \leq 4500$	55	53	48	46	48
$4500 < Q \leq 7100$	58	55	53	51	53
$7000 < Q \leq 14000$	64	62	60	58	58
$14000 < Q \leq 28000$	68	66	66	64	63
$28000 < Q \leq 50000$	70	68	68	66	67
$50000 < Q \leq 80000$	74	72	71	69	72
$80000 < Q \leq 100000$	77	75	73	71	74
$100000 < Q \leq 150000$	79	—	76	—	77
$Q > 150000$	—	—	—	—	—

表 7.1.4-2 冷热水型机组噪声限制

名义制冷量 Q/W	噪声限值/dB(A)
$Q \leq 4500$	48
$4500 < Q \leq 7100$	53
$7000 < Q \leq 14000$	58
$14000 < Q \leq 28000$	63
$28000 < Q \leq 50000$	67
$50000 < Q \leq 80000$	72
$80000 < Q \leq 100000$	74
$100000 < Q \leq 150000$	77
$Q > 150000$	—

7.1.5 防冻剂有乙醇、丙二醇、甲醇、乙二醇、醋酸钾等等，闭式地表水换热系统选择防冻剂时应注意防止对水体的污染，丙二醇是比较合适的选择。不同浓度的不同防冻剂水溶液的密度、比热、粘度以及导热系数与水有较大不同，应根据选用浓度的防冻剂水溶液的热物性参数计算循环管路的阻力。水源热泵机组的制冷/热量和蒸发器/冷凝器阻力也应联系供应商进行修正。

7.1.6 为降低源水泵的电力消耗，规定地表水水源热泵机组应有压缩机的启停与源水的通断联锁的措施。大型水源热泵机组的源水管路上采取措施实现源水泵、空调冷热水泵与热泵机组的一对一运行。分散的小型水源热泵机组的源水支管上一般应安装电动阀，实现与机组压缩机的联锁。集中设置的源水泵实行变频运行。

7.1.7 地表水直接进入水源热泵机组容易产生污垢、锈蚀和生物污泥，导致蒸发器/冷凝器的污垢系数增加，图 7.1.7-1 为冷凝器的污垢系数对冷水机组性能的影响。为维持污垢系数在一个合理的范围内，对蒸发器/冷凝器应进行定期清洗，污垢生长速度快、结垢严重时采用在线清洗设备是必要的。有试验表明，在模拟地表水和污水时，新管道污垢厚度达到最大值的时间为 7 天和 10 天，管道除污后污垢再次达到最大厚度时的时间为 2 天。

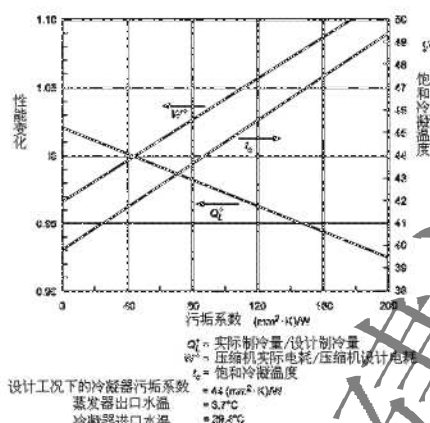


图 7.1.7-1 冷凝器的污垢系数对冷水机组性能的影响

换热器常用材质的抗腐蚀能力如下:

1 碳钢: Va 级水质 ($< 5000 \text{ mg/kg}$ 总关键成分 (TKS), 总含碱量在 207 到 1329 mg/kg , pH 值在 6.7 到 7.6) 下, 碳钢的腐蚀速率在 100 到 500 $\mu\text{m/年}$, 常常有严重的蚀斑。Vb 级水质 ($< 5000 \text{ mg/kg}$ 总关键成分 (TKS), 总含碱量小于 210 mg/kg , pH 值在 7.8 到 9.85), 在严格除氧的情况下, 碳钢表现良好。当含氧量达到 0.03 mg/kg 时, 紊流流动下的碳钢管的腐蚀增长四倍, 含氧量达到 0.05 mg/kg 常会产生严重的蚀斑。水中含硫时易致原子氢进入金属晶格内, 导致洛氏硬度大于 C22 的钢材发生断裂。低合金钢的防腐蚀性能在大多数方面与碳钢类似。

2 铜和铜合金: 水中含硫时, 铜管将会很快腐蚀, 表面的硫化亚铜薄膜将会超过 1mm 厚, 薄膜断裂处将会产生严重的隙间腐蚀。水中含硫时, 铜-镍合金在低温下的表现比铜还差。

3 不锈钢: 不锈钢不受水中微量硫化氢的腐蚀。在确定的水温, 水中氯化物浓度超过一定含量时 (取决于钼和铬的含量) 奥氏体不锈钢表面的钝化膜会破裂, 局部的麻点和隙间腐蚀将会发生。304 和 316 不锈钢发生腐蚀时的氯化物含量和水温的组合关系如下图 7.1.7-2。

- 4 铝:铝合金在大多数情况下会产生严重的点蚀。
- 5 钛:不管水中溶解氧的含量和水温,均有良好的抗腐蚀能力。

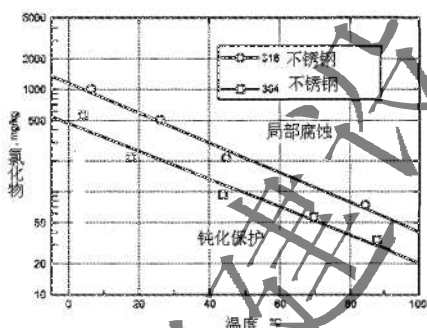


图 7.1.7-2 304 和 316 不锈钢发生腐蚀时的氯化物含量和水温的综合关系

7.1.8 对水源热泵机组和末端设备进行选型时,其设备出力应按实际运行的设计参数如设计源水供回水温度、空调冷热水设计供回水温度等确定。

7.1.10 水质较差时板式换热器极易被阻塞与污染,污垢厚度可达 1mm 以上,换热系数衰减速度很快,10 天内就可能出现换热量明显不够。而板换难于拆卸,也无法使用在线清洗设备,因此当采用板式换热器作为冷凝器/蒸发器的水源热泵机组时,地表水不得直接进入机组。

7.1.11 制冷剂对环境的破坏主要体现在破坏大气臭氧层和增强温室效应两个方面。鉴于 CFC 和 HCFC 对大气臭氧层的破坏,我国已于 2010 年 1 月 1 日完全停止 CFCs 的生产和消费,而 HCFC 类物质(含 HCFC22、HCFC123)在我国的禁用年限为 2030 年。HFC 类物质(含 HFC134a)虽然不破坏大气臭氧层,但属于温室气体,属于《京都议定书》中要限制使用的物质,其使用前景并不明朗。螺杆式、离心式水源热泵机组的使用年限超过 20 年,选择制冷剂时应考虑以上因素。

7.2 水—水热泵机组

7.2.1 空调系统全年大多数时间是处于部分负荷运行状态下,通过热泵机组的台数和容量配置以及选择部分负荷下调节性能优良的机组有利于节省能耗。

7.2.2 当以水-水热泵机组作为生活热水供应的唯一热源时,机组数量不宜少于2台或选用多机头热泵机组,可提高生活热水供应的可靠性。

7.2.3 为适应空调系统低负荷运行的需要,水-水热泵机组应有容量控制机构。

7.2.4 根据冷量对机型的选择进行划分,主要是推荐具较高性能系数的机组。某制冷量范围有多种机型可选时,可根据性能价格比选择合适的机型。

7.3 水—空气热泵机组

7.3.1 新风处理应采用专门的新风处理机组,或新风和一定量的回风混合后进入水-空气水源热泵机组进行冷热处理。

7.3.2 室内噪声要求高的房间,如会议室、阅览室、客房、住宅等,当采用水-空气水源热泵机组时,宜采用分体型。

7.3.3 为有效减少室内环境噪声,方便维护,落地式水-空气水源热泵机组宜设置在空调机房内。

8 建筑物内系统

8.1 一般规定

8.1.1 《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019、《建筑给水排水设计规范》GB 50015 以及《公共建筑节能设计标准》GB 50189 等是地表水热泵系统设计中应遵守的基本规范。

8.1.2 一般情况下为节约电能,应考虑采用大型水-水热泵机组。当采用开式地表水换热系统时,为便于冷凝器/蒸发器的清洗,不宜采用分散的小型水源热泵机组。当采用闭式地表水换热系统,冬季采暖期长且内区有较大余热量时,可考虑采用分散的小型水源热泵机组。

8.1.3 大型水源热泵机组的制冷/热工况转换基本是依靠在机组外进行水管路的切换,制冷工况时源水进入冷凝器,空调冷冻水进入蒸发器,制热时源水进入蒸发器,空调热水进入冷凝器,应设置必要的阀门进行管路的转换。

8.1.4 当采用地表水水源热泵系统时,宜考虑采用水源热泵系统供热,以提高设备的利用率。生活热水宜由带热回收的水源热泵机组或专用的水源热泵热水机提供热源。采用水源热泵机组作为生活热水的热源时,宜通过技术经济比较,得到水源热泵系统最佳的综合制热性能系数,如提高源水的供回水温差、控制地表水源取水点与热泵机组的间距以降低输送系统能耗、降低热水出水温度以提高机组的制热性能系数等。此处水源热泵系统的综合制热性能系数=制热量/(压缩机能耗+源水侧输送能耗)。

8.1.5 辅助热源以及其他节能技术措施应通过技术经济比较,确有节能或经济效益时适当采用。节能措施的采用也可有效减少地表水源承担的负荷,降低对地表水环境的热污染。

8.1.6 辅助排热设备与地表水源可以采用串联,也可采用并联。辅助热源可以设在源水侧,也可设在室内侧。辅助排热设备和辅助热源的设置方式应通过技术经济比较确定。

8.1.7 应设置中间换热器将闭式地表水换热系统和开式冷却塔隔开,或直接采用闭式冷却塔。

8.2 水源系统

8.2.1 注意尚应计入水源热泵机组的输入功率。

8.2.2 大型水源热泵机组的运行台数可根据空调水系统的瞬时冷热量进行控制,源水泵与水源热泵机组进行一对一的运行。而分散布置的小型水源热泵机组在源水支管上安装电动阀实现与水源热泵机组压缩机的联锁,为实现源水系统的变流量运行提供了条件。当源水泵的铭牌功率超过 7.5kW 时宜采用变频控制。

8.2.3 多台源水泵与大型水源热泵机组之间采用共用集管连接时,每台水源热泵机组的进口或出口管道上安装电动阀是实现一泵对一机运行所采取的措施。一泵对一机运行是实现热泵机组及源水泵的台数控制而采取的措施。

8.2.4 为防止较低温度的源水管道表面结露,对室内外使用空间造成影响,故做出规定。管道防结露保温材料及其厚度可按国家标准图集《管道及设备保温》98T902 执行,其上可根据水温查得重庆地区水管道应采取的防凝露保温厚度。冬季源水温度低于 10℃,且源水管道进入空调房间及其吊顶时,源水管道也应采取防凝露措施。注意这里的源水温度既指源水供水温度,也指源水出水温度。

8.2.5 应通过设置平衡阀及运行前调试保证源水系统各并联环路之间的水力平衡,以保证不同支路的源水流量,保证小型水源热泵的正常运行。

8.2.6 表面水体较深时,水的热分层现象比较明显,下部水温往

往较低。某水库 30m 水深在 6 月的预测水温为 13.6°C , 7 月为 16.4°C , 8 月为 18.4°C , 可以用来对空气进行预冷, 而 60m 以下水深的深层水温往往会达到 10°C 以下, 甚至可以直接用于对空气进行完全的冷却, 但此深度的水温因为较低, 在冬季作为水源热泵的热源是否经济合理, 以及考虑到深层取水的难度, 应作技术经济比较后确定。

8.2.7 应采取旁通或源水先进入空调箱预冷再进入水源热泵机组等措施。

8.3 空调水系统

8.3.1 热泵机组热水供水温度过高, 会降低其制热性能系数, 因此规定水源热泵机组提供的空调热水温度不宜高于 45°C 。

8.3.2 季节转换时应对冷凝器/蒸发器进行清洗。

8.3.3 便于对水源热泵机组和空调水循环泵实现台数控制。

8.3.4 通过设置平衡阀及运行前调试保证空调水系统各并联环路之间的水力平衡。

8.4 热回收

8.4.1 制冷机组冷凝热的回收利用有冷却水热回收与排气热回收两种方式, 排气热回收有部分热回收和全部热回收两种。冷却水热回收是在冷却水出水管路中加装热回收换热器。冷却水热回收和部分热回收的热水温度不高。部分热回收对提高机组的效率是有利的, 但回收的热量不多, 一般为总冷凝热的 $10\% \sim 15\%$ 。全部热回收的热水温度较高, 但过高的冷凝温度会降低机组的效率。

8.4.2 制取的热水温度越高, 热泵机组的制冷性能系数越低(全部热回收热水出水温度每上升 1°C , 制冷性能系数下降 3% 左

右),甚至会使机组运行不稳定。离心式热泵机组热回收热水温度不宜超过 45°C ,螺杆式热泵机组不宜超过 55°C 。

8.4.4 进入冷凝器的水温过低可能导致热泵机组无法正常启动。

9 监测与控制

9.1 一般规定

9.1.1 源水进水温度过高和过低均会影响水源热泵机组的正常运行。源水出水温度降低到 4°C 左右时,因换热温差的存在,蒸发温度会低于 0°C ,蒸发器有结冰的危险。源水系统的排水温度超过 35°C 或低于 2°C 对水体内的生物生长会产生不利影响;添加防冻剂的闭式换热系统的泄漏也会对生态环境产生破坏。因此应加强对源水系统的监测和控制。

9.1.2 源水管道和空调水管道上的水流开关与水源热泵机组联锁,对水源热泵机组进行保护。

9.1.3 规定电动水阀、源水泵、空调水循环泵以及水源热泵机组的启停顺序是为了实现对水源热泵机组的保护。

9.1.4~9.1.7 为保证水源热泵机组的正常运行作此规定。

9.1.8 地表水水温升高会导致水中溶解氧含量减少,水温升高和低溶解氧含量有利于底泥中氮、磷的释放,导致水体富营养化。夏季由于热排放导致地表水极端温升,会使蓝藻、绿藻大量繁殖。在夏季的强增温区,水温超过 35°C 时,浮游动物种类和数量减少,多样性指数下降。鱼类一般避开温升 1°C 以上水域而趋于在进水口水域以及温排水的边缘区域(温升 $0.5^{\circ}\text{C}\sim 1^{\circ}\text{C}$)产卵。为控制地表水水源热泵系统对地表水体的热污染,对地表水体的温度变化情况应予监测并进行控制。

9.1.9 安装冷热计量装置,有利于计费和用户自觉节能、有利于找出运行中存在的问题。

9.2 水源系统监测与控制

9.2.1 闭式换热系统可通过监测管道内压力(或安装压力开关)对管道泄露进行报警;开式换热系统的水质监测采用取样送检制度。

9.2.2 小型机组分散设置的水源热泵系统采用开式换热系统时,在源水回水支管上安装电动阀与水源热泵机组压缩机连锁,当电动阀进行开关或调节时,源水供水管上压力将发生变化,可以在供水管上安装隔膜式膨胀罐,源水泵实现变频控制以维持隔膜式膨胀罐的压力不低于低限设定值。如下图9.2.2。

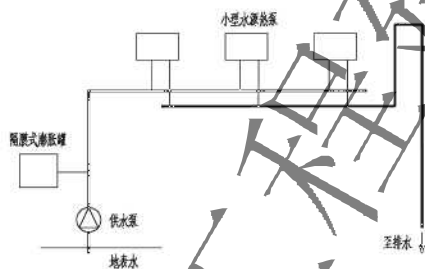


图 9.2.2 设隔膜式膨胀罐的开式地表水系统

9.2.3 开式换热系统中源水在制热工况下水温过低时会导致蒸发器结冰,应和热源热泵机组供应商根据地表水源进出口温差确定源水进(出)水温度的限值并与水源热泵机组连锁。闭式地表水可能结冻时应添加防冻剂。

9.2.4 源水系统安装辅助加热装置,不外乎以下两个原因:一是冬季供热工况下源水进水温度过低,不提高源水温度可能导致蒸发器结冰;二是地表水体的取热量不能满足供热量的需要,在取水量一定的情况下,要增加取热量,就是要增加源水的进出口温差,降低源水出水温度,同样可能导致蒸发器结冰。所以两个原因本质上是一样的,源水系统上加设辅助加热装置都是为了保证水源热泵机组的源水进水温度不能低于某个下限值。

9.2.5 对水源热泵机组的冷凝温度进行控制,保证制冷剂节流过程的正常进行。也可采取低温的源水先进入空调器对空气进行预冷,再进入水源热泵机组的措施,同样也应采取相应的控制措施,保证进入水源热泵机组冷凝器的水量和水温在容许的范围内。当源水水温、水量满足要求时,应利用源水进行直接冷却,此时,源水与空调器之间应设置中间换热器,以保证进入空调器的水质。

9.2.6 机组能量调节的功能主要针对具有一定容量的水源热泵机组,小型水源热泵机组往往只有压缩机的启、停两个状态,不做以上要求。

9.3 空调水系统监测与控制

9.3.1~9.3.2 推荐根据监测的空调水系统的瞬时冷/热量对水源热泵机组、源水泵、空调水循环泵进行台数控制,以实现主机和输配系统最大的节能。

9.3.3 基于节能和室内热舒适的需要,空调末端均应设温度控制装置。

附录 B 长江上游各区段水温计算方法

B.0.1 需要注意的是,由于计算公式中引入随机分布函数,所以仅适用于利用统计分析基础数据的水温计算,不适用于根据某日平均气温计算当日平均水温的单一值计算。

重庆工程建设