

UDC

湖南省工程建设地方标准

DBJ

P

DBJ 43/TXXX-2020

备案号 XXXX-2020

湖南省地表水水源热泵系统
工程技术标准

Technical standard for surface water-source heat pump system
in Hunan Province

2020-XX-XX 发布

2020-XX-XX 实施

统一书号：XXXXX · XXXXX

定价：元

湖南省住房和城乡建设厅发布

湖南省工程建设地方标准

湖南省地表水水源热泵系统工程技术标准

Technical standard for surface water-source heat pump system
in Hunan Province

DBJ43/Txxx-2020

批准部门：湖南省住房和城乡建设厅

施行日期：2020年 x月 x日

湖南省住房和城乡建设厅
关于发布湖南省工程建设地方标准
《湖南省地表水水源热泵系统工程
技术标准》的通知

湘建科函[xxxx]xxx 号

各市州住房和城乡建设局，各有关单位：

由湖南省建筑设计院有限公司主编的《湖南省地表水水源热泵系统工程技术标准》已由我厅组织专家审定通过，现批准为湖南省工程建设地方标准，编号为 DBJ 43/T xxx-2020，自 20xx 年 x 月 x 日起在全省范围内实施。

该标准由湖南省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位湖南省建筑设计院有限公司负责标准具体技术内容的解释。

湖南省住房和城乡建设厅

20xx 年 x 月 x 日

前言

近年来我省地表水水源热泵系统工程不断发展和应用，规划和建设了一批重点地表水源热泵系统项目。为了进一步规范湖南省地表水水源热泵系统工程的建设，使其运行安全可靠，发挥更大的节能效益，湖南省建筑设计院有限公司会同有关单位编制了本标准。

标准编制组详细调查了湖南省地表水资源，在认真总结当前湖南省地表水水源热泵系统的工程应用经验，吸收省内外相关标准和研究成果，广泛征求意见的基础上，经过反复讨论、修改与完善，制定了本标准。

标准共分 9 章和 4 个附录。主要内容有：1 总则；2 术语；3 工程勘察；4 水质、水温与水容量；5 取水与退水；6 换热系统；7 建筑物内系统；8 施工、运转调试与验收；9 监测与控制。

标准由湖南省住房和城乡建设厅负责管理，由湖南省建筑设计院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，请各单位结合工程实践经验和理论研究，如有意见和建议，反馈至湖南省建筑设计院有限公司（联系地址：湖南省长沙市岳麓区福祥路 65 号，邮政编码：410012），以供修订参考。

本标准主编单位：湖南省建筑设计院有限公司

本标准参编单位：长沙市中南可再生能源研究开发所

湖南中大设计院有限公司

长沙市规划设计研究院有限责任公司

湖南工程学院

湖南省建筑科学研究院有限责任公司

湖南新茂智慧能源有限公司

中国能源建设集团湖南省电力设计院有限公司
长沙城发能源有限公司

中国建筑第五工程局有限公司

本标准主要起草人员：谷炳龙 袁建新 丁学贵 易金萍
欧阳焱 王达翔 陈 晓 黄建光
刘 毅 易治平 段 勇 韩 凯
余子华 贺德军 曾江月 杨万鑫

本标准主要审查人员：王汉青 徐 峰 段正湖 向 宏
谭国强 易小文 李广源 李天如
叶宏宇

目次

1	总则	1
2	术语	2
3	工程勘察	5
4	水质、水温与水容量	7
4.1	水质与水处理	7
4.2	水温	8
4.3	水量与热容量	8
5	取水与退水	9
5.1	一般规定	9
5.2	取水与退水	9
6	换热系统	11
6.1	一般规定	11
6.2	开式系统	11
6.3	闭式系统	11
7	建筑物内系统	13
7.1	一般规定	13
7.2	机房设计	13
7.3	辅助冷热源	15
8	施工、运转调试与验收	16
8.1	一般规定	16
8.2	施工	16
8.3	系统试运转和调试	18
8.4	竣工验收	20
9	监测与控制	21
	附录 A 湖南省主要河流近 10 年极端水温	23
	附录 B 长沙市区江河水温度	26

附录 C 湖南省主要河流部分站点近 10 年最低水位.....	28
附录 D 库湖热平衡计算方法.....	29
本标准用词说明.....	33
引用标准名录.....	34
附：条文说明.....	36

目次

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Engineering Investigations	5
4	Water Quality, Water Temperature and Thermal Capacity.....	7
4.1	Water Quality and Water Treatment.....	7
4.2	Water Temperature.....	8
4.3	Water Volume and Heat Capacity.....	8
5	Intaking-water and Discharging-water	9
5.1	General Requirements	9
5.2	Intaking-water and Discharging-water	9
6	Heat Exchanger System	11
6.1	General Requirements.....	11
6.2	Open-loop Surface Water Heat Exchanger System.....	11
6.3	Closed-loop Surface Water Heat Exchanger System.....	11
7	In-building systems.....	13
7.1	General Requirements.....	13
7.2	Design of equipment room.....	13
7.3	Auxiliary Cold and Heat Source.....	15
8	Construction, Operation Commissioning and Acceptance.....	16
8.1	General Requirements.....	16
8.2	Construction.....	16
8.3	System commissioning and debugging.....	18
8.4	Construction Acceptance.....	20
9	Monitor and Control.....	21
Appendix A	Extreme Water Temperature of Major Rivers in Hunan Province in Recent 10 Years.....	23
Appendix B	River Water Temperature in Changsha City.....	26

Appendix C The Lowest Water Levels of Some Sites in the Main Rivers of Hunan Province in the Past 10 Years.....	28
Appendix D Calculation Method of Heat Balance of Reservoir and Lake	29
Explanation of Wording in This Code	33
List of Quoted Standards	34
Addition: Explanation of Provisions	36

1 总则

1.0.1 为了规范和指导湖南省地表水水源热泵系统工程的勘察、设计、施工及验收，做到技术先进、经济合理、高效节能、安全适用、确保工程质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于湖南省新建、改建和扩建的地表水水源热泵系统工程的勘察、设计、施工及验收。

1.0.3 地表水水源热泵系统，应当统筹规划、合理开发，对工程方案进行科学论证。工程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，结合国家和地方有关政策，通过技术经济比较确定。

1.0.4 地表水水源热泵系统，除应符合本标准外，尚应符合国家和地方现行的有关标准规范的规定。

2 术语

2.0.1 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。

2.0.2 源水 raw water

用于地表水水源热泵系统进行热交换的地表水。

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

以地表水为低温热源，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。

2.0.4 地表水换热系统 surface water heat exchanger system

与地表水进行热能交换的换热系统，分为开式地表水换热系统和闭式地表水换热系统。

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

地表水在循环泵的驱动下，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 heat exchanger system

将封闭的换热盘管按照特定的排列方法置于一定深度的地表水体，循环传热介质通过换热盘管管壁与地表水体进行热交换的系统。

2.0.7 取水构筑物 intake structure

为取集源水而设置的各种构筑物的总称。

2.0.8 岸边式取水构筑物 riverside intake structure

设在岸边取水的构筑物，一般由进水管、泵房两部分组成。

2.0.9 河床式取水构筑物 riverbed intake structure

利用进水管将取水头部伸入江河、湖泊中取水的构筑物，一般由取水头部、进水管（自流管或虹吸管）、进水间（或集水井）和泵房组成。

2.0.10 浮船式取水构筑物 floating boat intake structure

利用置于水体中的浮船吸取河、湖或水库内水的构筑物，一般由船舱中取水设备、连络管与岸上输水管组成。

2.0.11 低坝式取水构筑物 low dam intake structure

设置固定式或活动式低坝以提高水位的取水构筑物。

2.0.12 渗滤取水构筑物 infiltration intake structure

利用河床底部天然滤床的垂直渗流和滤静功能，将地表江河水通过营造在河床下的渗滤系统将滤后的水取出地表的构筑物。

2.0.13 退水 discharging-water

经地表水水源热泵系统进行热交换后返回水体的水。

2.0.14 退水管渠及附属构筑物 drain pipe and accessory structure

为将热交换后的源水退回到水源地而设置的管道及各种构筑物的总称。

2.0.15 水处理 water treatment

对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。

2.0.16 渗透试验 penetration experiment

通过试验器具测定取水滤床的渗透系数的试验。

2.0.17 渗滤取水 percolating water abstraction

一种利用天然地层作为滤床，直接净化高浊度、微污染的江河水的取水净水工艺技术。

2.0.18 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，水/空气热泵机组等形式。

2.0.19 热泵机组制热性能系数(COP)/制冷能效比(EER) heating coefficient of performance / cooling energy efficiency ratio of heat pump

unit

COP 是指热泵机组总制热量与制热输入功率之比；EER 是指热泵机组总制冷量与制冷输入功率之比，用 kW/kW 表示。

2.0.20 热泵系统制热性能系数(SCOP)/制冷能效比(EER_{sys})

heating coefficient of performance / cooling energy efficiency ratio of heat pump system

SCOP 是指热泵系统的制热量与系统制热总输入功率之比；EER_{sys} 是指热泵系统的制冷量与系统制冷总输入功率。其中，输入功率包括热泵机组和源水侧所有水泵与水处理设备的输入功率之和。

2.0.21 热承载能力 thermal load capacity

从水生态环境的角度，在保证地表水体周平均最大温升 $\leq 1^{\circ}\text{C}$ ，周平均最大温降 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ 的前提下，地表水体在冬季和夏季分别能够承担的最大吸（释）热能力，又称水体热容量。

3 工程勘察

3.0.1 方案设计前应进行地表水资源勘察，获得地表水水量、水温、水质等水文资料和类似工程资料，初步评价适宜性。

3.0.2 方案设计前应对工程场地进行勘察，根据工程场地状况、输水管线路的勘察资料，初步确定取水方式。当环境条件或场地复杂时，工程勘察宜分为方案阶段和施工图勘察阶段。

3.0.3 施工图勘察阶段应提供施工图设计所需的岩土物理性质指标、水文地质参数等，评价工程建设对地质环境的影响，预测工程建设过程中可能遇到的岩土工程问题，并提供相关建议。

3.0.4 江、河等流动水体，水资源勘察应包括下列内容：

- 1 水体利用现状及规划；
- 2 近 10 年的水文资料，包括洪水水位、枯水期水位，空调和采暖季流量变化及断面最低流量；
- 3 水温在空调和采暖季随时间的分布；
- 4 水质、含沙量在空调和采暖季的动态变化；
- 5 航运情况；
- 6 附近水流注入口、拦河大坝等。

3.0.5 水库、湖泊等静态水体，水资源勘察应包括下列内容：

- 1 水体利用现状及规划；
- 2 近 10 年的水文资料，包括汛期水位、枯水期水位及水容量；
- 3 水面面积、水体深度及其分布情况；
- 4 空调和采暖季水温随时间及竖向分布规律；
- 5 空调和采暖季水质的动态变化；
- 6 水面 3 米以下的水容量。

3.0.6 工程场地勘察应包括以下内容：

- 1 取水构筑物的位置、退水排放点、输水管道走向；
- 2 输水管沿线的地形、地下管线、构筑物分布等；
- 3 取水点距水源热泵机房的距离及高差；
- 4 取水构筑物区域河床或湖底的岩性、淤塞情况，分析岸边的稳定性；
- 5 输水管道沿线的工程地质情况。

3.0.7 江、河、湖、水库等地表水渗滤取水的工程勘察，应进行水文地质试验，试验包括以下内容：

- 1 抽水试验；
- 2 渗透试验；
- 3 取江、河、湖、水库等钻孔水样进行水质分析；
- 4 计算渗透系数，了解渗滤层的透水性。

3.0.8 工程勘察报告应对地表水的适宜性进行评价，并对运行的稳定性和可靠性进行预评价。报告应包括以下内容：

- 1 工程勘察的任务要求和依据的技术标准；
- 2 工程勘察所采用的方法和工作布置；
- 3 地表水分布、深度、补给，水质、水温、水量（位）及其在空调和采暖季的变化；
- 4 拟建工程场地的地质条件；
- 5 水体利用现状及规划和允许取水量、水体热容量评估。

4 水质、水温与水容量

4.1 水质与水处理

4.1.1 源水水质应保持澄清、水质稳定、不腐蚀、不滋生微生物及不宜结垢等，应符合表 4.1.1 的要求。

表 4.1.1 水源热泵机组水质要求

序号	项目	基准值
1	pH	6.5-8.5
2	含沙量	<100 mg/L
3	浊度	<50 NTU
4	硬度 (CaO 计)	<200 mg/L
5	矿化度	<3g/L
6	Cl ⁻	<100 mg/L
7	SO ₄ ²⁻	<200 mg/L
8	Fe ²⁺	<1.0 mg/L
9	H ₂ S	<0.5 mg/L
10	NH ₃ -N	<10 mg/L
11	COD _{Cr}	<100 mg/L
12	藻密度	<1×10 ⁵ 个/L

4.1.2 当进入机组的水质达不到表 4.1.1 的要求时，应根据水质条件，结合热泵机组的要求对源水进行处理。

4.1.3 水处理宜采用物理方式，不宜采用加药等化学处理方式，应根

根据实际情况选择合适处理工艺。

4.2 水温

4.2.1 应对拟利用的地表水体进行水温变化情况调查，主要包括冬季、夏季极端气象条件下的水温变化情况和水体低温、高温的持续时间。

4.2.2 应用于地表水水源热泵系统的地表水体，历年最热月平均水温不宜高于 30℃，历年最冷月平均水温不宜低于 8℃。当冬季地表水温较低而需采取辅助加热措施时，应经过技术经济比较合理后方可采用地表水水源热泵方案。

4.2.3 接纳退水的地表水体周平均最大温升不得大于 1℃，周平均最大温降不得大于 2℃。

4.3 水量与热容量

4.3.1 地表水水体热承载能力应能保证地表水水源热泵系统长期稳定运行。

4.3.2 地表水体的水容量应满足水源热泵系统最大吸热量或释热量的需要，应根据取水量计算热承载能力，不能满足时应采用复合能源系统。

4.3.3 计算热承载能力时，对于库湖等静态水体，应通过热平衡分析与计算来确定水体热容量，静态水体仅计入水体表面 3 米以下的水容量，水温变化同时需满足 4.2.3 条的要求，以维持水源热泵系统运行稳定、高效。

4.3.4 在江、河等流动水体取水时，最大取水量应小于水体流量的 20%，并不得影响城镇供水及其它主要用途的取水要求，水体热容量计算应同时满足 4.2.3 条的要求。

5 取水与退水

5.1 一般规定

5.1.1 确定水源、取水地点、退水地点和取水量等，应征得相关管理部门同意。

5.1.2 水源的选择应符合下列要求：

- 1 水源与热泵机房之间的水平距离及垂直距离不宜过大。
- 2 水体功能区划规定的可取水地段，同时满足地表水水源热泵系统工程需求；
- 3 可取水量充沛可靠，不影响水体的使用功能；
- 4 水质符合国家有关现行标准和本标准取水水质要求；
- 5 水温适宜；
- 6 不影响市政、工业给排水、防洪、灌溉、航运等要求。

5.2 取水与退水

5.2.1 地表水水源热泵系统取水方案应根据全年动态水位、水质、地质条件、地形等因素综合确定。江河水宜采用直接取水的开式系统。

5.2.2 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，冰情和航运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。取水构筑物位置选择及设计要求参见《室外给水设计标准》GB50013的相关内容。

5.2.3 取水构筑物的头部宜分成二个或两格，并宜保持一定间距。取水构筑物进水孔应设置格栅等污物拦截过滤装置，应控制通过格栅处的流速，该流速可参考《室外给水设计标准》GB50013 第 5.3.18 条选取。对于夏季能够形成较明显温度分层的深水湖库，宜将取水口位置

设于下部均温层。

5.2.4 开式地表水换热系统在流动水体的取水口，应位于退水口及污水排放口的上游，以使退水不会回溯至取水口。对于静态水体，取水口与退水口之间应保持足够的间距，对于夏季取水温度较低的深水水库，退水宜采用同温层排水。

5.2.5 取水泵房的设计应符合以下规定：

(1) 取水泵房的标高应结合城市防洪标准或水库大坝的防洪标准。

(2) 水泵吸水方式可采用自灌式或虹吸式，当采用自吸式时，应根据水泵的气蚀余量、取水水位标高来确定泵房的标高。

(3) 取水泵房与热泵机房的高差较大时，宜设置中间换热器。

(4) 当取水规模量较小、且热泵机房离水源近时，可不单独设取水泵房，将水泵设于热泵机房内。

5.2.6 退水温度与地表水体自然水温差不应超过 8℃。

5.2.7 地表水水源热泵系统的退水宜考虑一水多用，用于绿化、道路浇洒用水；直接排放时可利用室外雨水管渠进行排放，但应根据需要设消能措施，同时校核暴雨时期总流量是否超过雨水管道系统最大排放能力。排水管渠及附属构筑物的设计应符合《室外排水设计规范》GB50014 的规定。

5.2.8 输配水管网设计应符合《室外给水设计标准》GB50013 和《城市工程管线综合规划规范》GB50289 的规定。

6 换热系统

6.1 一般规定

6.1.1 地表水换热系统设计前，应对地表水水源热泵系统运行对水环境的影响进行评估。

6.1.2 源水侧换热系统的形式应根据源水的水质、水体和热泵机房的高差、江河通航情况等因素综合确定。

6.1.3 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要求。当不能满足要求时，应采取辅助冷却或加热措施。辅助加热不得采用直接电加热的方式。

6.1.4 地表水水源热泵系统设计方案应综合分析取水温度和取水能耗，保证系统的节能率。

6.2 开式系统

6.2.1 源水满足第 4.1 条规定的水质要求时，应采用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。

6.2.3 根据源水水质情况，地表水进入热泵机组前宜设粗效过滤器、旋流除沙器、自动清洗过滤器及综合水处理器等水处理设备。

6.2.4 地表水进、出换热器的温差不应小于 5°C ，换热器换热管内水流速不宜小于 1.5 m/s 。

6.3 闭式系统

6.3.1 地表水水质较差时，宜采用闭式系统；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。

6.3.3 地表水换热盘管应牢固安装在水体底部，地表水的最低水位与换热盘管距离不应小于 1.5m。换热盘管设置处水体的静压应在换热盘管的承压范围内。

6.3.4 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、流动阻力小的塑料管材及管件，宜采用聚乙烯管（PE）或聚丁烯管（PB），不宜采用聚氯乙烯（PVC）管。

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。

6.3.5 闭式系统应采用水作为传热介质。

7 建筑物内系统

7.1 一般规定

7.1.1 根据建筑类型不同，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》GB50736 及相关节能标准的要求。其中涉及到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》GB50015 的要求。

7.1.2 建筑物内系统应根据地表水换热系统特性、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，宜优先选用高温供冷、低温供热末端装置。

7.1.3 地表水水源热泵系统具备生活热水-空调冷热联供条件时，宜优先利用水源热泵机组提供(或预热)生活热水，并宜采用热回收型热泵机组提供(或预热)生活热水，热回收型水源热泵机组应具有参数自动监控与工况自动转换功能。

7.1.4 建筑物内系统设计时，应根据建筑物的使用功能和负荷分布情况，通过技术经济比较后，增设辅助热源、蓄热(冷)装置或其它节能设施。

7.2 机房设计

7.2.1 水源热泵机组应具有能量调节功能。选用的机组性能参数应符合《湖南省公共建筑节能设计标准》DBJ 43/003 和《水(地)源热泵机组》GB/T 19409 的规定，且应满足地表水水源热泵系统运行参数的要求。

7.2.2 水源热泵机组应按实际运行参数选型，水源热泵机组设计运行工况与名义工况不一致时，应根据性能曲线对其实际出力进行修正。

7.2.3 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。

7.2.4 集中布置的大型水源热泵机组应能适应空调负荷全年变化规律，满足季节变化及部分负荷要求，一般不宜少于 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。

7.2.5 用于生活热水供应的水-水热泵机组，当其为唯一热源时，机组数量不宜小于 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。

7.2.6 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管路上设冬、夏季节转换阀门，并在转换阀门上作出明显标识。应绘制与水源热泵机组季节转换配套的阀门启闭原理图，以便指导施工及运行管理。

7.2.7 地表水直接进入水源热泵机组时，宜采用满液式水源热泵机组，应在水系统上预留机组清洗用旁通管。江河水进入热泵机组冷凝器时宜设置连续清洗装置，应采取措施防止空调水系统的水质受到污染。

7.2.8 闭式换热系统与空调冷热水系统补水、定压系统应独立，并分别计量，应有异常补水报警措施。闭式换热系统循环回路上应设置排气、定压、膨胀、自动补水及水过滤装置。

7.2.9 采用板式换热器的地表水热泵系统机房，应预留清洗、维修换热器的空间；必要时，可设置备用换热器。

7.2.10 机房内源水管道应采取防结露措施。

7.2.11 供冷季源水供水温度不高于 18℃ 时，宜直接利用源水对室内空气、室外新风进行冷却处理或预冷。

7.2.12 水源热泵机组提供的空调热水温度不宜过高一般为 45℃；生活热水温度不宜。带热回收功能的水源热泵机组提供的热水温度应尽量低，空调热水供回水温差不应小于 5℃。

7.2.13 机房应采取消声、隔振等措施。

7.2.14 宜采用 BIM 技术进行机房设计。

7.3 辅助冷热源

7.3.1 地表水换热系统实际最大释热量（取热量）不能满足设计要求时，应通过技术经济比较后，增设辅助（冷）热源、蓄热（冷）装置或其它节能设施。可采取经济可行的复合式（冷）热源。

7.3.2 地表水换热系统需要辅助散热时，可以增设冷却塔或其他散热设施。

7.3.3 水源热泵系统辅助热源有空气源热泵机组、热源塔、燃气及燃油加热器、太阳能加热器、辅助加热锅炉及其他废热回收装置等。不应采用直接电加热生产热水或暖风的方式。

7.3.4 水源热泵系统与其他冷热源系统，宜在空调水侧合并组成多源复合式水系统，不应采用各自独立的水系统。

8 施工、运转调试与验收

8.1 一般规定

8.1.1 承担地表水水源热泵系统工程的施工企业，应具有相应的工程施工承包资质。

8.1.2 地表水水源热泵工程施工准备阶段，应复核源水的水质、水温、水量等是否满足设计文件要求。

8.1.3 应对地表水水源热泵工程所使用的主要原材料、半成品、构配件和设备等进行进场验收。

8.1.4 地表水水源热泵工程中的隐蔽工程，在隐蔽前必须经相关单位及人员验收合格。

8.1.5 地表水水源热泵系统交付使用前，应进行整体试运转、调试与验收。

8.2 施工

8.2.1 地表水换热系统施工前应具备工程勘察资料、设计文件和施工图纸，并完成施工组织设计。

8.2.2 开式系统取水施工应符合下列规定：

1 取水构筑物的施工工艺应根据水体类型、取水构筑物固定形式及设计要求确定。

2 取水头部下沉后，固定方法正确、固定牢固。

3 进水孔、进水管口的中心位置符合设计要求；结构不变形、裂缝、歪斜。

4 航行标志及安全保护设施应依据河道航行规定设立齐全。

5 进水工艺定位、装置安装符合设计要求，钢制结构防护层无损伤。

8.2.3 闭式系统的换热盘管施工应符合以下规定：

1 换热盘管管材及管件应符合设计要求，且具有质量检验报告和生产厂的合格证。换热盘管宜按照标准长度由厂家做成所需的预制件，且不应有扭曲。

2 换热盘管制作前应对盘管进行检查，如发现管材表面损伤，应切除重新焊接。盘管组装完成后应妥善保存和搬运，不得暴晒或拖曳。

3 换热盘管固定在水体底部时，换热盘管下应安装衬垫物。

4 换热器充水沉入水底后，应在下沉位置的水面上做好标记(一般采用浮标)，以方便检修和维护。供回水集管进出地表水源处应设置明显的标志。

5 地表水换热系统安装后，应对管路进行冲洗和排气。

8.2.4 室外取水、退水管道布置和敷设时应注意：

1 室外管道宜采用埋地敷设。管道的埋设深度，应根据外部荷载、管材性能及与其他管道交叉等因素确定。管道的敷设、安装、固定和管道支墩，应符合国家现行标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268 的有关规定。

2 室外管道的布置，以及与其他管线交叉时的最小垂直、水平净距离应符合现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB50289 的规定。

3 室外管道应避免穿过毒物污染及腐蚀性地段，无法避开时，应采取保护措施。

4 室外管道与污水管道或输送有毒液体管道交叉时，取、退水管道应敷设在上面，且不应有接口重叠；当取、退水管道敷设在下面时，应采用钢管或钢套管，钢套管伸出交叉管的长度，每端不得小于 3m，钢套管的两端应采用防水材料封闭。

5 管道隆起点上应设置排气措施，同时建议有冷胀措施。

8.2.5 地表水水源热泵系统安装过程中，应进行现场检验，并提供检验报告，检验内容应符合以下规定：

- 1 管材、管件等材料应具有产品合格证和性能检验报告；
- 2 换热盘管的长度、布置方式及管沟设置应符合设计要求；
- 3 水压试验应合格；
- 4 各环路流量应平衡，且应满足设计要求；
- 5 防腐剂的特性及浓度应符合设计要求；
- 6 循环水流量及进出水温差应符合设计要求。

8.2.6 地表水水源热泵换热系统安装过程中应分级进行水压试验，水压试验应符合下列规定：

1 闭式地表水换热系统水压试验应符合以下规定：

1) 试验压力：当工作压力小于等于 1.0 MPa 时，应为工作压力的 1.5 倍，且不应小于 0.6 MPa；当工作压力大于 1.0 MPa 时，应为工作压力加 0.5 MPa；

2) 水压试验步骤：换热盘管组装完成后，应做第一次水压试验，在试验压力下，稳压至少 15 min，稳压后压力降不应大于 3%，且无泄漏现象；换热盘管与环路集管装配完成后，应进行第二次水压试验，在试验压力下，稳压至少 30 min，稳压后压力降不应大于 3%，且无泄漏现象；环路集管与机房分集水器连接完成后，应进行第三次水压试验，在试验压力下，稳压至少 12 h，稳压后压力降不应大于 3%。

2 开式地表水换热系统水压试验应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 的相关规定。

8.2.7 补水水表、温度计、压力表量程、精度、工作压力应符合计量标准与设计的要求，应设在便于观测与维护的位置。

8.3 系统试运转和调试

8.3.1 地表水水源热泵系统调试前应检查以下内容，确认满足调试要求：

1 现场安全防护措施可靠、供电、供水、排水等配套条件满足要求；

2 相关设备及管路冲洗、严密性试验已完成且符合要求；
3 相关电气系统和设备安全性、供电稳定性符合试运转要求；
4 放气阀应能正常工作，排出管道内的气体；
5 系统安全阀安装前应经过校验，并按有关要求调整其压力，铅封；

6 管道上的阀门、过滤器、软连接等附件安装正确、功能正常；
7 水系统压力表、温度计、流量计等仪表安装正确、读数正常。

8.3.2 地表水水源热泵系统整体试运转与调试应符合下列规定：

1 整体试运转与调试前应制定整体运转与系统调试方案，并报送监理工程师审核批准；

2 系统整体试运转前应先完成单机无负荷试运转、联动无负荷试运转、水系统水力平衡调试工作，确定系统循环总流量、各分支流量及各末端设备流量均达到设计要求；

3 水力平衡调试完成后，应进行系统整体负荷试运转。试运转时，须有设备厂家技术人员参与，并填写运转记录，运行数据应达到设备技术要求和设计要求；

4 水源热泵机组试运转正常后，应再连续运转 24h，并填写运转记录；

5 系统调试应分冬、夏两季进行，调试完成后应编写调试报告及运行操作规程，提交建设单位确认后存档。

8.3.3 系统试运转的同时应进行自控系统调试。

8.3.4 系统试运转需测定与调整的主要内容包括：

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度波动；

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控和控制的要求；

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。

8.4 竣工验收

8.4.1 地表水水源热泵系统竣工验收，应由建设单位负责，组织施工、设计、监理等单位共同进行，且应符合《制冷设备、空气分离设备安装工程及验收规范》GB 50274、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268、《建筑给排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定。

8.4.2 地表水水源热泵系统工程竣工验收时，应检查竣工验收资料，一般包括下列文件及记录：

- 1 图纸会审记录，设计变更通知单和竣工图；
- 2 主要材料、设备、成品、半成品和仪表的出厂合格证明及进场检（试）验报告；
- 3 隐蔽工程检查验收记录；
- 4 设备、管道系统安装及检验记录；
- 5 管道试验记录；
- 6 设备单机试运转记录；
- 7 系统无负荷联合试运转与调试记录；
- 8 分项（子分项）工程质量验收记录；
- 9 观感质量综合检查记录；
- 10 安全和功能检验资料的核查记录。
- 11 其他有关地表水水源热泵系统安装过程中的现场检验记录。

9 监测与控制

9.0.1 地表水水源热泵系统应设置监测与控制系统。

9.0.2 地表水水源热泵系统应对下列参数进行监测：

- 1 水源侧供回水温度、流量、压力；
- 2 末端侧供回水温度、流量、压力；
- 3 中间换热器一、二次侧供回水温度、流量、压力；
- 4 水源热泵机组、水泵、工况转换及连锁阀门的启停；
- 5 水过滤器及水处理设备的压差；
- 6 系统安全保护及故障报警；
- 7 系统冷热量的瞬时值和累积值；
- 8 水源热泵机组、水泵等设备的运行参数。

9.0.3 监测与控制系统应根据建筑物规模、使用功能、系统形式、相关标准等综合确定，应包括下列功能：

- 1 运行参数监测、显示和记录；
- 2 各设备工作状态显示、启停连锁控制、报警及保护功能；
- 3 热泵机组台数、加减载控制功能；
- 4 水系统温度或压力控制功能；
- 5 用能分项计量；
- 6 系统调节与工况转换。

9.0.4 地表水换热系统应对水温、水质、水位变化、水流速、水体环境、过滤器堵塞情况等进行监测。

9.0.5 项目设有集中楼宇监控系统时，地表水水源热泵系统应纳入集中监控系统。

9.0.6 水源热泵机组应采取机组群控策略，优先采用由冷（热）量优

化控制运行台数的方式。

9.0.7 地表水水源热泵系统各相关设备及附件应根据设计的运行顺序进行连锁启停控制。

9.0.8 水源热泵监测与控制系统的设置还应符合《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019、《湖南省公共建筑节能设计标准》DBJ43/003、《自动化仪表工程施工及验收规范》GB 50093 等现行国家标准规范的相关规定。

附录 A 湖南省主要河流近 10 年极端水温

站点名称：衡阳所属水系：湘江

年份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
最低水温℃	8.0	8.0	4.6	6.0	6.4	8.2	9.5	8.0	10.1	8.0
最低水温日期	01-11	01-10	01-28	01-25	01-14	02-20	02-08	02-05	02-12	01-31
最高水温℃	32.2	32.8	32.0	31.6	32.0	32.8	32.0	32.2	33.2	33.9
最高水温日期	08-29	08-15	08-01	08-03	06-22	08-02	08-09	07-31	08-07	07-22

站点名称：株洲所属水系：湘江

年份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
最低水温℃	6.8	7.6	5.8	6.0	5.9	8.0	9.6	8.0	10.6	7.4
最低水温日期	01-26	01-09	01-20	01-27	01-10	02-20	02-07	01-25	02-06	01-30
最高水温℃	32.0	32.7	31.3	30.7	32.1	32.2	30.3	32.3	32.1	33.5
最高水温日期	07-21	08-22	08-01	08-05	08-02	08-07	08-02	08-20	08-10	08-08

站点名称：湘潭所属水系：湘江

年份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
最低水温℃	6.6	6.7	4.4	4.4	6.2	4.5	9.4	7.8	10.2	7.5
最低水温日期	01-26	02-12	01-20	02-03	01-06	02-18	02-01	01-25	02-11	02-06
最高水温℃	33.0	33.8	32.0	32.2	33.6	32.9	31.4	33.4	32.4	33.6
最高水温日期	08-29	08-13	08-01	08-02	08-14	08-07	08-07	07-31	07-28	07-29

站点名称：冷水江(二) 所属水系：资江

年份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
最低水温℃	7.5	7.6	5.2	6.3	6.2	7.8	9.3	7.8	8.6	3.8
最低水温日期	01-26	02-16	01-29	02-02	01-13	02-14	02-02	01-25	01-23	01-30
最高水温℃	31.2	32.5	31.0	30.4	32.1	30.8	28.9	30.6	31.0	31.0
最高水温日期	08-28	08-16	07-30	08-20	07-30	08-02	07-14	07-30	08-19	07-23

站点名称：桃江(二) 所属水系：资江

年份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
最低水温℃	3.6	5.0	3.0	4.0	5.0	5.4	6.6	8.0	8.0	5.0
最低水温日期	01-14	02-16	12-25	01-16	01-05	02-18	01-31	01-15	02-26	01-29
最高水温℃	28.0	32.0	30.3	30.0	31.6	29.0	30.2	30.2	30.9	32.0
最高水温日期	07-22	08-15	07-31	07-10	08-07	08-07	08-05	08-26	08-07	08-10

站点名称：桃源所属水系：沅江

年份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
最低水温℃	5.2	4.6	1.6	3.0	5.2	7.0	7.2	5.4	7.0	4.0
最低水温日期	03-04	02-16	01-20	01-23	01-04	02-09	02-01	02-03	12-29	01-26
最高水温℃	31.0	32.0	30.5	30.0	31.4	28.5	29.0	29.0	31.8	30.8
最高水温日期	08-22	08-13	08-19	08-20	08-11	08-06	08-22	08-19	07-28	08-21

站点名称：石门所属水系：澧水

年份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
最低水温℃	—	7.4	7.0	7.6	7.3	7.4	8.4	6.4	9.7	7.4
最低水温日期	—	02-15	01-20	02-19	01-10	02-11	02-01	01-31	02-03	01-26

最高水温℃	—	28.0	26.0	27.6	27.4	26.4	28.6	25.9	27.6	27.6
最高水温日期	—	08-11	08-18	08-20	07-30	08-04	08-02	08-25	08-24	08-09

注：1.水温数据来源：湖水南省水利厅水文水资源勘测中心，为各水文站点每日上午 8 时实测水温。

2.本表水温数据仅供参考，不能代表各站点冬季最低水温。

附录 B 长沙市区江河水温度

表 B.0.1 捞刀河 2019 年源水温度

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
最高水温	10.1	13.0	20.0	23.5	28.8	31.3
最低水温	4.0	4.5	10.5	18.2	22.1	24.2
本月平均水温	7.8	9.0	15.3	20.7	25.8	27.6
≤7℃的天数	11	8	—	—	—	—
≥32℃的天数	—	—	—	—	—	—
月份	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
最高水温	32.8	32.8	31.1	30.0	19.8	16.2
最低水温	28.5	28.8	23.1	18.5	11.2	5.0
本月平均水温	30.8	30.9	27.6	21.6	15.7	10.4
≤7℃的天数			—	—	—	2
≥32℃的天数	7	9	—	—	—	—

2019 全年最高水温 32.8℃，全年最低水温 4.0℃，全年日平均水温 20.3℃；夏季高出 32.0℃的天数共 16 天（高出 28.0℃共 97 天），冬季低于 7.0℃的天数共 21 天。

注：1 数据来源：星沙自来水公司 2019 年逐日上午 8 时实测取水口水温，取水口位于捞刀河长沙段。

2 由于冬季最低水温，夏季最高水温并不会出现在上午 8 时，故本表水温数据仅供参考，不能代表地表水最高或最低水温。

表 B.0.2 湘江 2000~2006 年源水温度

月 年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年 平均
2000	4.6	6.5	11.9	17.7	22.1	25.2	31.5	28.2	25.1	20.9	13.3	11.4	18.2
2001	9.5	9.9	13.9	17.6	22.1	25.2	30.8	29.0	26.7	22.5	17.1	8.6	19.4
2002	9.7	9.8	14.8	19.8	20.7	26.6	26.9	26.6	25.3	22.4	18.5	11.5	19.4
2003	8.3	10.0	11.9	17.4	21.9	25.9	30.3	29.3	26.3	21.4	19.7	12.0	19.5
2004	8.9	11.3	14.0	20.2	23.6	27.0	30.4	29.7	27.0	22.2	17.8	10.9	20.3
2005	6.7	6.2	11.0	18.6	23.1	26.4	30.4	29.3	26.3	21.9	17.9	11.2	19.1
2006	8.5	9.3	12.1	19.1	23.4	25.3	29.2	29.8	26.7	23.6	18.7	11.8	19.8
...													
多年平 均值	8.0	9.0	12.8	18.6	22.4	25.9	29.9	28.9	26.2	22.1	17.6	11.1	19.4

注：数据来源：长沙市自来水公司，为湘江长沙段逐日上午 8 时实测水温。

附录 C 湖南省主要河流部分站点 近 10 年最低水位

年份 站点	所属 水系	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
衡阳	湘江	50.18	50.69	51.78	51.77	51.79	52.11	52.23	52.18	52.08	52.10
株洲	湘江	29.21	29.13	28.93	28.96	28.90	28.97	29.23	30.15	29.74	29.85
湘潭	湘江	26.46	26.44	26.05	26.05	27.83	27.75	28.98	29.99	29.83	29.87
邵阳	湘江	206.24	208.20	208.79	208.70	208.96	208.52	209.01	208.94	209.01	209.04
冷水江 (二)	资江	—	165.74	165.85	166.01	165.73	165.82	165.72	165.83	165.85	165.39
桃江(二)	资江	32.05	31.99	31.96	32.02	31.66	31.89	30.75	31.44	31.55	31.59
桃源	沅江	30.96	30.64	30.86	30.25	30.75	30.55	30.72	29.70	29.73	29.78
石门	澧水	50.03	49.77	49.91	49.97	50.19	49.79	50.13	49.91	50.23	50.32

注：水位数据来源：湖南省水利厅水文水资源勘测中心。

附录 D 库湖热平衡计算方法

对于地表水源热泵夏季向水体排热，冬季从水体取热，这样会使水体水温发生改变，甚至有可能对水体造成一定程度的热污染，因此库湖地表水水源热泵系统设计前应对水库及湖泊水进行热平衡计算，预测地表水水源热泵系统运行时的水温变化。库湖热平衡计算可采用以下两种方法。

一、零维水温模型法

零维模型将整个库湖水体看成是混合均匀的单元，如果库湖的水深和面积较小，水面风力所产生的掺混作用会使垂直方向的水温趋向一致，可以考虑采用零维模型来预测水温变化，用零维模型计算出的水温是库湖的整体平均水温。

零维模型充分考虑库湖各项热量得失的平衡，其控制方程如下：

$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{A\varphi_s - A_b\varphi_g + Q_{in} - Q_{out} \pm Q_L}{\rho_w V c_w}$$

式中， φ_s —水面的净热流量， W/m^2 ；

φ_g —湖水与岩土的热量， W/m^2 ；

Q_{in} —库湖入流带入的热量， W ；

Q_{out} —库湖出流带出的热量， W ；

A 、 A_b —湖面、湖底的面积， m^2 ；

V —库湖的蓄水量， m^3 ；

c_w —水的比热， $J/(kg \cdot ^\circ C)$ ；

ρ_w —水的密度， kg/m^3 ；

Q_L —热泵系统施加给地表水体的负荷， W 。 Q_L 的计算式为：

$$Q_L = \left(1 \pm \frac{1}{\text{COP}}\right)L$$

式中的 L 为空调负荷，COP 为热泵机组的能效比。制冷运行时取加号，制热运行时取减号。水面的净热流通量等于水面获得的净太阳辐射与净大气长波辐射之和减去水面长波辐射、蒸发及对流热流通量。输入初始条件及各参数值采用 Matlab 求解，或采用四阶龙格-库塔法编程求解。通过求解前述零维模型的控制方程，可以得到库湖水温的动态变化情况，评估热泵系统运行对库湖水温的影响程度

二、超温水面散热系数法

对于水深和面积较大的库湖，采用零维模型有较大的误差。可通过计算超温水面散热系数评估热泵系统向库湖排热后的水面散热能力。

温度高于地表水的冷却水排入地表水体后形成温度较高的水面称为超温水面。由于水面温度较高，单位面积超温水体的辐射、蒸发及对流散热量均比未受影响的自然状态时大，外部排入的冷凝热能通过超温水面散出。可以通过一个例子来说明超温水面的散热机理：气温为 28°C ，自然水温 29°C ，接纳废热后水面平均升温幅度为 2°C ，风速为 2m/s ，相对湿度为 70% ，大气压为 0.1MPa ，表中为接纳废热前后各项换热量的对比。可以看出，接纳废热后的超温水面散热量比自然状态时增加了 69.3 W/m^2 ，其中蒸发散热量的增量最大。

水体接纳废热前后水面各项散热量对比(单位: W/m^2)

	自然状态 ($t_s=29^{\circ}\text{C}$)	升温后 ($t_s=31^{\circ}\text{C}$)	散热量的增量
蒸发	116.9	163	46.1
对流	5.2	16.2	11
辐射	458.4	470.6	12.2
合计	580.5	649.8	69.3

超温水面散热系数定义为：超温水面与自然水面之间单位温差时，

单位面积超温水面多散出的热量，即超温水面总散热量对水面温度 t_s 的偏导数。超温水面散热系数 K_s 的计算公式为：

$$K_s = \left(\frac{\partial e_s}{\partial t_s} + C_b P_0 \right) \alpha + 4\varepsilon_w \sigma (t_s + 273.15)^3 + [C_b P_0 (t_s - t_a) + e_s - e_a] / \alpha$$

式中， e_s —水面温度所对应的饱和水汽压，Pa；

e_a —空气的水汽压，Pa；

t_a —水面上方的气温， $^{\circ}\text{C}$ ；

P_0 —水面上方的大气压力，Pa；

C_b —Bowen 常数，在 $5.8 \times 10^{-4} \sim 6.6 \times 10^{-4} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ 之间变化，可取平均值为 $6.1 \times 10^{-4} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ ；

σ —Stefan-Boltzmann 常数，等于 $5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ ；

ε_w —水面长波发射率，取为 0.97。

α 为超温水面的蒸发系数， $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{Pa})$ ，考虑风速引起的强迫对流和水气温差产生的自由对流， α 可用下式计算：

$$\alpha = 0.01 \times \sqrt{22 + 12.5 W_{1.5}^2 + 2(t_s - t_a)}$$

式中， $W_{1.5}$ 为水面上方 1.5m 处的风速，m/s。

从理论上讲，当库湖超温水面散热量与热泵机组排热量达到平衡，水面平均温度不再升高，此时会存在以下的热平衡关系：

$$\int_A K_s (t_s - t_0) dA = \left(1 + \frac{1}{\text{COP}} \right) L$$

式中， t_0 为自然水温， A 为水体面积。

对于较深的库湖，夏季从底部取水温度较低，温度较高的回水排入水体的表层，在表层形成密度较小的超温水层，浮在温度较低的水层之上，不断向大气中散热。由于沿流动方向的水面不断散热，温度逐渐降低的水与下层水混合，水层厚度逐渐增加，且水温越来越低。如果取水口与排水口的相对位置布置合理，就能够形成面积较大的超温水面，加快水面散热，保证较低的取水温度。但散热面积增大后有可能

会出现较大面积的富营养化现象，应进行论证分析，将水面温升控制在合理的范围内。

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”。

引用标准名录

- GB 50366-2005 地源热泵系统工程技术规范（局部修订版征求意见稿）
- 湖南省地表水地源热泵系统工程技术导则
- GB 3838-2002 地表水环境质量标准
- GB50013-2018 室外给水设计标准
- CJJ/T291-2019 地源热泵系统工程勘察标准
- GB 50014-2006 室外排水设计规范（2016年版）
- GBT 18430.1-2007 蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组
- GB /T50050-2017 工业循环冷却水处理设计规范
- GB/T19409-2013 水（地）源热泵机组
- GB 50736-2012 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 50015-2019 建筑给排水设计标准
- GB 50265-2010 泵站设计规范
- GB 50268-2008 给排水管道工程及验收规范
- GB50141-2008 给水排水构筑物工程施工及验收规范
- GB 30721-2014 水(地)源热泵机组能效限定值及能效等级
- GB 50189-2015 公共建筑节能设计标准
- GB/T 50801-2013 可再生能源建筑应用工程评价标准
- GB 50027-2001 供水水文地质勘查规范
- GB 50021-2001（2009年版）岩土工程勘察规范
- GB 50296-2014 管井技术规范
- GB 50274-2010 制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范

GB 50242-2002	建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范
GB 50234-2016	通风与空调工程施工质量验收规范
GB 50300-2013	建筑工程施工质量验收统一标准
GB 50411-2007	建筑节能工程施工质量验收规范
GB 50131-2007	自动化仪表工程施工质量验收规范
GB 50229-2013	智能建筑工程质量验收规范
DBJ/T50-2010（重庆）	地表水水源热泵系统设计标准
DBJ 43003-2017	湖南省公共建筑节能设计标准
DZ/T 0225-2009	浅层地热能勘察评价技术规范
GB/T 13663-2000	给水用聚乙烯（PE）管材
GB/T 19473.2-2004	冷热水用聚丁烯（PB）管道系统
SL 395-2007	地表水资源质量评价技术规范
SL 63-1994	地表水资源质量标准
HJ 522-2009	地表水环境功能区类别代码
HJ/T 91-2002	地表水和污水监测技术规程
HJ-T 3923-2007	循环冷却水用再生水水质标准
JGJ/T 177-2009	公共建筑节能检测标准

湖南省工程建设地方标准

湖南省地表水水源热泵系统工程技术标准

DBJ 43/T xxx - 2020

条文说明

目次

1	总则.....	38
2	术语.....	40
3	工程勘察.....	41
4	水质、水温与水容量.....	45
4.1	水质与水处理.....	45
4.2	水温.....	47
4.3	水量与热容量.....	48
5	取水与退水.....	50
5.1	一般规定.....	50
5.2	取水与退水.....	50
6	换热系统.....	56
6.1	一般规定.....	56
6.2	开式系统.....	56
6.3	闭式系统.....	57
7	建筑物内系统.....	58
7.1	一般规定.....	58
7.2	机房设计.....	59
7.3	辅助冷热源.....	62
8	施工、运转调试与验收.....	63
8.2	施工.....	63
8.3	系统试运转和调试.....	63
9	监测与控制.....	65

1 总则

1.0.1 在国家可再生能源建筑应用示范工程配套政策的支持下，我省建成了数百个地源热泵系统示范项目，其中就有不少地表水水源热泵系统。湖南省分属长江流域和珠江流域，湘资沅澧四水及汨罗江、新墙河等分别从东、南、西三面汇入洞庭湖再注入长江，有丰富的地表水和地下水资源，为地表水水源热泵系统提供了应用条件。随着人民生活水平的提高，冬天集中供暖的呼声越来越高，也将为利用浅层地热能、地表水资源的热泵技术带来新的发展机遇，在地表水丰富的新建城区，区域能源站的规划和建设应运而生。

湖南省发改委公布的《湖南省“十三五”地热能开发利用规划》对湖南省各地区推广浅层地热能开发利用做了重点部署，长沙市湘江沿岸地表水丰富的地区鼓励发展地表水水源热泵项目。目前长沙滨江新城智慧能源站、洋湖新城能源站（均取用湘江水）已建成投入运行，马栏山视频文创园北区能源站（污水源）主体工程已竣工，南区能源站（取用浏阳河水）也即将建设。可以预见，我省地表水水源热泵系统的工程应用将日益广泛。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 本标准主要针对以江、河、湖、库水等淡水源为低位热源，以水或添加防冻剂的水溶液为传热介质，采用热泵技术进行制冷、

供热和提供生活热水的系统而编制。城市污水具有水量大、温度适宜、水量较稳定的特点，用作水源热泵系统完全可行。我省污水排放量大，利用城市污水作为低位热源进行供热、制冷有很大潜力，当前已有成功应用的工程案例。污水源热泵系统的实施可参考《湖南省地源热泵系统工程技术标准》。

1.0.3 地表水水源热泵系统的稳定、节能高效运行很大程度上取决于地表水资源的条件（水温、水量、水质等）。对于规模化成片应用的区域，要做区域能源应用整体规划，运用计算机仿真技术模拟系统运行对水体温度变化的影响，从而分析对生态环境的综合影响。此外，水源热泵技术涵盖暖通、地质、水文等多个领域知识，系统设计和运行管理技术要求较高，而市场上相当一部分从业人员还缺乏全面系统的专业知识。区域能源站等大型水源热泵系统投资高，社会影响大，因此在方案确定阶段，有必要在方案比选的基础上，从技术与经济几方面进行可行性论证。

1.0.4 本标准的地方专业性标准，为了精简内容，其他通用性设计标准、规范的条文和内容，不列入本标准的条文，有必要指明出处的，在条文说明中体现。

2 术语

2.0.5 开式系统又称为直流式系统，根据机组前端是否安装中间换热器可分为直接式和间接式换热系统。

2.0.12 渗滤取水构筑物主要由渗滤孔群、反冲系统、水量控制系统、汇水硿室、江底输水巷道和地面泵站组成。

3 工程勘察

3.0.1 水资源调查的目的是为评价水源热泵系统的适宜性提供基础资料，确定应用的适宜性，避免盲目上马。

我省国土范围分属长江流域(占总面积的 97.6%)和珠江流域(占总面积的 2.4%)，湘、资、沅、澧及汨罗江、新墙河等分别从东、南、西三面汇入洞庭湖，再由城陵矶注入长江。各河道上布设的水文监测站 241 个，实时监测水位、流量等参数；我省分布着大、中型水库约 14000 多座，其中设有水情监测控制点约 100 个，实时监测水位、入/出库流量、蓄水量等参数；据《2018 年湖南省水资源公报》披露，全省江河共布设水质监测站 456 个，监测评价河长 10173.8 公里。这些都为地表水资源调查提供了丰富的基础资料。对地表水水源热泵所在区域的水资源进行勘察时，辅以适当的测绘手段，可以获取系统设计需要的水文参数。

3.0.2 根据 2019 年发布的《地源热泵系统工程勘察标准》CJJ/T291 的要求，工程勘察工作开展前应取得设计单位提供的《勘察任务书》，任务书应列出项目概况，提出对勘察工作的技术要求，明确勘察工作的具体内容。

工程场地状况和地表水资源条件都是评价地表水水源热泵系统适宜性的前提，二方面条件需同时满足。一种情形是，地表水的水温、水量、水质都满足要求，但是距水源热泵机房的距离较远或沿

线没有敷设输水管的场地条件，或是水体地势低，取水需提升的高差较大，此时取水的建设成本或运行费用较高，因而整个水源热泵系统的能效降低，和传统系统相比没有优势，则水源热泵系统就没有应用的前提条件。

地表水水源热泵系统的工程勘察以现场调查为主，现场调查收集的资料基本可满足方案阶段的要求，施工图阶段再进行现场实测，取样分析水质，可减少前期工作量。

3.0.4 江河等流动水体的水质、水温分布特点和库湖有较大区别，水量的波动也更大，主要体现在以下几方面：

(1) 江河普遍存在枯水位和洪水位。水位不同直接影响取水口以及取水泵房的标高确定。因此，必须根据全年的水位高度变化确定取水方案。取水口一般设在冬季枯水位以下，故应调查水体空调和采暖季的水位标高及最低流量。对于全年水位变化较大的水体，应调查历年冬夏季最高和最低水位，湖南省主要河流部分水文观测站近 10 年最低水位见附录 C。

(2) 对于江河等流动水体，当河面较窄落差较大时水流较急，与凹凸不平的河床底碰撞，水体上部的水流和底部水流形成扰动，水体水温分布基本一致，水温竖向分层不明显。国内外大量实测资料也表明：江河等流动水体，水温竖向不分层，水温由季节气温和上游水源温度决定。湖南大学于 2014 年冬天对湘潭的湘江水域、怀化舞水河水域、湖北黄石磁湖水域等江河(水面 1 米以下)的竖向水温进行了测试，测试结果表明：冬季水体竖向分层温度差异较小，仅 $0.2\sim 0.3^{\circ}\text{C}$ ，故对江河等流动水体不必勘察水温竖向温度分布，其

断面流量可以作为水容量。对于大型流动水体，水体热容量大，取水比例不大（如小于 20%）时，可以不考虑水体的热容量。

（3）水温在空调和采暖季随时间的分布情况，用于模拟计算时采用历年水温在空调和采暖季的逐时分布数据；工程应用无法获取逐时数据时，可采用空调和采暖季的逐日平均水温，便于确定方案，分析系统运行能耗。

（4）水质在空调和采暖季的动态变化主要是指在此期间水质不满足水质要求的连续时间长短，水质勘察应取样测试引起腐蚀与结垢的主要化学成份，如 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、水生物、细菌及盐碱量等。取水口应尽量选择水质较好地段，避开城镇和工业企业污染地段，如污水排放口等。

3.0.5 静止水体在夏季的热承载能力主要由水体热容量、水表面与大气热交换量决定。水面与大气热交换又包括水体表面太阳辐射得热、水表面蒸发失热和对流换热，水表面对流换热、水体与土壤之间换热相对较少。冬季的供热能力主要由水体热容量、水体表面太阳辐射得热、水表面与空气对流换热的热损失决定，水体与土壤之间换热相对较少。

水体热容量和水体体量及深度有关，水库和湖泊等静态水体相对于江河等流动水体来说，水温分布较复杂。其竖向温度结构大致可分为混合型、分层型、过渡型三种。混合型又称等温型，其特点是一年中任何时间湖、库内水温分布较均匀，水温受气温变化影响很大，小型浅水水库和池塘多属此类。对于大型湖泊和深水库（如水深>9 米），其水很深、水面广、水量巨大，在春季中后期、夏季全

季和秋季初中期，水温在竖向呈现明显的热分层现象，冬季全湖或全库水温一致，这类水体从某一深度处全年温度变化很小,这类水体热容量大，适宜地表水源热泵的水量很大。对于水深不很大、水面不太广的分层型湖、库，夏季底层和表面水温差别较大，夏季底层水温较底，是水源热泵的良好冷源，这类水体主要利用 3 米以下的水容量，故对地表水进行勘察时，应了解水体的水下地形分布，从而确定水源热泵能够利用的水体水容量。

需要指出的是，我省共有大型水库（蓄水量>1 亿立方米）37 座，主要分布在怀化（9 座）、常德（9 座）、郴州（3 座）和益阳（3 座）等湘西北地区，长沙市及其周边地区仅长沙市雨花区及长沙县分布着一些小型水库（蓄水量<1000 万立方米），存在水资源分布和城市群分布、经济发达地区（也是资源需求高的地区）不对应的状况。

4 水质、水温与水容量

4.1 水质与水处理

4.1.1 本条款针对进入地表水水源热泵系统的水质主要指标做出了相应规定。机组水质允许值引自《地源热泵系统工程技术规范》GB50366、《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019、《采暖空调系统水质》GB/T29044 等，水质达到表 4.1.1 要求的地表水源基本上可满足常规水源热泵机组的正常使用。

根据《2018 年湖南省水资源公报》披露，全省江河共布设水质监测站 456 个，依据《地表水环境质量标准》GB3838,对河流分全年期、汛期和非汛期进行评价，评价项目包括：PH 值、溶解氧、高锰酸钾指数、氨氮、六价铬、汞、砷、镉、铅、铜、锌、氟化物、挥发酚、氰化物、总磷、五日生化需氧量、硫化物、阴离子表面活性剂、硒和石油类。我省湘资沅澧四大水系水质符合或优于《地表水环境质量标准》III类标准的比例，全年期均大于 99%，洞庭湖区大于 98%。而表 4.1.1 中的数据要求宽于 GB3838 的III类标准，故我省主要江河水在非汛期可满足水源热泵机组使用要求。

地表水中含有大量悬浮及胶体状态的颗粒，包括黏泥、细砂等，是水产生浑浊现象的主要原因，常采用浊度来表示由于水中悬浮物而造成的浑浊程度。地表水中的悬浮物和含砂量是引起地表水换热器冲击腐蚀和沉积物下局部腐蚀的重要因素，悬浮物和含砂量在一

年中往往会有变化。在洪水季节或雨季，水中悬浮物和含砂量会急剧增加。在确定地表水的水质标准时，应有洪水或雨季时的水中悬浮物和含砂量的数据。

地表水体接受地表径流，城区段还可能汇入生活污水和工业废水，秋冬少雨季节生活污水甚至是主要补充水源。这些污废水含有氨氮和化学离子。较高浓度的化学离子可能引起腐蚀和结垢，氨氮离子对换热器铜管也有腐蚀性，藻类和微生物的滋长会堵塞换热器，影响机组稳定运行，故水源热泵机组的水质标准要求也应纳入这些指标。

4.1.2 从水质调查数据来看，大部分水体的水质存在季节性变化，有时达不到表 4.1.1 的标准，如果采用常规的水源热泵机组直接进水方式，通常需要对源水进行处理，方可保证机组稳定运行。但是，过高的水质处理将影响地表水系统的经济性，因而不提倡。工程上通常采用除砂、过滤、沉淀等物理处理方式即可；另外水源热泵机组正朝着适应水质的方向发展，设备生产厂家进行的改进措施，如加厚换热器铜管壁厚或涂抹耐磨层等，机组进出口增加清洗装置接口等，正在改变传统热泵机组的进水条件。

4.1.3 地表水处理不宜采用化学处理方法，以免含氯、含胺等物质的化学处理剂对地表水体造成污染。对于源水中的细砂和悬浮物，可采用过滤器和除砂设备处理，或采用沉淀池进行沉淀除砂处理。对于藻类及微生物，宜采用高频电子水处理等物理方法进行处理。热泵机组地表水源侧宜设置反冲洗装置。

水处理设施的造价应控制在合理的水平，在选择水处理设施时

应遵循“够用为度”的原则，以免造成水处理设施投资过大，影响地表水水源热泵系统的经济性。

4.2 水温

4.2.1 如果夏季地表水体水温高于 32℃，水源热泵系统的运行工况与常规的冷却塔相当，无法体现水源热泵系统的节能特性；冬季寒冷季节，热泵机组蒸发器出水温度低到一定程度时，机组可能因蒸发器内部结冰而不能正常运行。工程应用表明，当进入机组的地表水温度低于 7℃时，已不能维持合理的换热温差。故极端气象条件下的地表水温决定了热泵机组能否正常运行，以及水源热泵系统的节能率。

4.2.2 出于对地表水水源热泵系统节能性的考虑，根据我省主要水体的水温调查资料，对地表水体设计水温做出规定。当地表水体冬季水温较低而需采取辅助加热措施时，应根据当地冬季地表水低温持续时间，经过经济技术比较确定在低水温情况下保证系统正常运行的措施，如加大水量、减小换热温差，对用户的供热量实行调峰供应及采取辅助加热等措施。

需要指出的是：附录 B 列出的长沙市区捞刀河、湘江水温历史数据部分年份不能满足本条规定，但据编制组对洋湖和滨江新城二个能源站的调查，2017~2020 年间记录的机组进（江）水温度表明：除 2018 年夏季外，机组进口水温夏季高于 32℃、冬季低于 8℃的天数并不多，且附录 B 列出的数据是早上 8:00 左右的水温，考虑到取水管路可能存在一定的温升（冬季）和温降（夏季），为了适度推广地表水的应用，本条规定对水温数据做了适当放松。目前水利部门

和自来水公司并没有实时监测水温数据，故缺乏逐日逐时水温数据。在以后的工程应用中，还需进一步总结现场经验，积累相关资料，使地表水的应用更加科学合理。

4.2.3 根据《地表水环境质量标准》GB3838 的规定，人为造成的环境温度变化应限制在：周平均最大温升不得大于 1°C ，周平均最大温降不得大于 2°C 。

4.3 水量与热容量

4.3.1 地表水水源热泵系统能否采用、可用规模多大，主要由地表水的水质、水温及可用水容量也就是热承载能力（即热容量）决定。湖库等静态水体的热承载能力应根据水体的面积和深度等因素确定；江河等流动水体的热承载能力应根据水体的全年动态水位、径流量等因素确定。因地表水的水质、水温与水量在空调采暖期均变化较大，不确定因素较多，建议评估下来的热承载能力应比需要的负荷有较大的富余量以保证热泵系统运行的稳定性。除热承载能力较富余之外，还应考虑投资、施工、运行维护等技术与经济方面因素。

4.3.2 水源热泵系统的设计释热量或吸热量与空调设计的总冷负荷或总热负荷相对应。理论分析和现场调研表明：对于库湖等静态水体，若系统设计时不考虑水体的热承载能力，将会导致运行后期取水温度过高或过低，影响换热性能，系统的运行效率下降甚至系统无法运行。故应根据水容量、更新速率以及水体允许温升（降）等条件分别测算地表水水体所能承担的设计吸热量与释热量。当不能满足时，应采用复合式能源系统。

4.3.3 根据《地源热泵技术手册》的论述，小型浅水水库和池塘，夏

季整个水体水温分布较一致，水深 3 米以上的水体温度受气象条件变化的影响很大，不宜作为地表水源热泵的冷热源。故本标准规定库湖等静态水体 3 米以下的水体才计入可利用的水容量。地表水源热泵利用地表水作为热源及热汇，夏季制冷时将空调废热排入地表水体，冬季从地表水体中提取低位热能用于制热，系统连续运行会使水体水温发生改变。热泵系统的温排水会加快水体的富营养化进程，冷排水会影响鱼类的生长，并降低浮游动植物的多样性。故在地表水水源热泵系统设计前应进行热平衡计算。附录 D 推荐的零维水温模型法适合于库湖等静态水体。工程上水体的热承载能力计算可参考《地源热泵技术手册》（徐伟主编，中国建筑工业出版社，2011）8.2 节相关内容，计算周期宜取 1 年。

4.3.4 主要考虑对地表水体生态环境的要求，及对江河下游其他取水用户的影响。当取水规模大，且河道及水文条件复杂，或取水量占河道的最枯流量比例较大时，在设计前应进行水工模型试验。

5 取水与退水

5.1 一般规定

5.1.1 取、退水工程涉及规划、水利、航运、环保、国土等多方面的问题，地表水水源热泵系统的取水许可、取水构筑物、取水及退水管渠的布置必须经过相关行政主管部门的审批，且由具有资质的勘察、设计、施工单位承担。地表水利用应执行各地有关管理政策和办法，向水资源主管部门提出申请并获得批准后开展后续工作。

5.1.2 如果水源与热泵机房之间的水平距离及垂直距离过大，取水能耗偏大，降低了热泵系统的经济性。取水泵房距离能源站宜在 1km 内，地表水夏季换热量与水泵输送功率之比宜控制在 40 以上，冬季换热量与水泵输送功率之比宜控制在 30 以上。取水宜采用重力流或虹吸的取水方式，能源站机房与取水泵房的高差宜小于 8m。

5.2 取水与退水

5.2.1 取水方案需要综合权衡。洪水位是确定取水泵房位置及标高的关键因素，水体水位和机房高差不大时可直接取水，高差较大时宜采用设中间换热器的间接取水方案；当源水的水质较差时，可采用渗滤取水方式。

通常情况下，在流动水体中很难实现闭式换热器的安装，而采用开式系统可直接利用水温，换热效率高且较为安全可靠，初投资低，在环境影响评估符合要求的情况下，推荐采用开式系统。

5.2.2 取水构筑物通常由进水部分、连接管渠、吸水部分及吸水泵站等组合而成。取水构筑物的组成、各组成部分的相关关系与所处位置、泵的吸水方式、外形及构造有多种组合。

取水构筑物通常分为以下 5 大类：

（1）岸边式取水构筑物。直接从江河岸边取水，按照进水间和泵房的合建与分建，分为合建式岸边取水构筑物与分建式岸边取水构筑物；岸边式取水构筑物适用于江河岸边较陡，主流近岸，岸边有足够水深，水质和地质条件较好，水位变幅不大的情况。

（2）河床式取水构筑物。利用伸入江河中心的进水管和固定在河床上的取水头部取水的构筑物，称为河床式取水构筑物。河床式取水构筑物由取水头部、进水管、集水间和泵房等部分组成。床式取水构筑物根据集水井与泵房间的联系，可分为合建式与分建式。河床式取水构筑物按照进水管形式的不同，可以分为四种基本形式：自流管取水式、虹吸管取水式、水泵直接取水式和江心桥墩取水式。

（3）浮船式取水构筑物。浮船式取水构筑物是江河移动式取水构筑物，具有投资少、建设快、易于施工（无复杂的水下工程）、有较大的适应性和灵活性、能经常取得含砂量少的表层水等优点。但它也存在缺点，例如，河流水位涨落时，需要移动船位，阶梯式连接时尚需拆换接头以致短时停止供水，操作管理麻烦；浮船还要受到水流、风浪、航运等的影响，安全可靠较差。

（4）低坝式取水构筑物。当山区河流取水深度不足，或者取水量占河流枯水量的百分比较大时，可在河流上修筑低坝来抬高水位和拦截足够的水量。

(5) 渗滤取水构筑物。渗滤取水是通过在集水井中抽水与河水产生水位降，由于压力传导作用，河水水位与集水井水位之间产生压力差，河床底部砂卵石层内形成低压区，诱使河水下渗，穿过滤床表层滤膜、砂卵石层和特制过滤器后进入汇水室。该方法的特点是水量保证率高，取水水质较好。

各种水体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《室外给水设计标准》GB50013 的相关要求。规定取水构筑物进水孔的设计要求。当采用侧向流翼片斜板取水头部时，进水流速不宜大于 15m/s。自流管或虹吸管的连接应考虑防腐问题。

地表水取水采用渗滤取水工艺时，可参考《河床渗滤取水与水源热泵系统联合应用技术规程》(DBJ/T50-084-2008) 的相关条款进行设计，过滤器设计时宜考虑其拦砂能力。当采用渗渠取水工艺时，应参考《室外给水设计标准》GB50013 的相关条款进行设计，宜选择拦砂能力较强的滤水管。

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洗措施，清理滤床表面和滤管周边的泥质淤塞。

5.2.3 参照《室外给水设计标准》GB50013 编写。为了取水安全，取水头部通常设置 2 个，对于漂浮物多的河道，取水头相隔太近将加剧水流的扰动及相互干扰。某水下模型试验指出，“一般二根进水管的间距宜不小于进水口头部在水流方向最大尺寸的 3 倍”。在静态水

体中取水时，减少单个取水口的取水量降低取水口流速，有利于降低取水管负压，避免湖面温水被卷吸入取水口。但进水管的最小设计流速不应小于不淤流速，一般不小于 0.6m/s。

在夏秋高温季节，深水库湖的表层水与底层水之间由于温度差而形成较大的密度差，产生温度分层。表层温度较高的水由于受水面风力的影响，紊动和混合比较活跃，温度分布比较均匀，形成上部温水层。底层水受风力的影响很小，形成下部均温层。在上部温水层和底部均温层之间存在一个温度梯度较大的过渡层，即中部温跃层。取水口位置设于水温较低的下部均温层，取水温度受退水的影响较小，有利于热泵机组保持较高的运行效率。同时，根据《室外给水设计标准》GB50013，湖库的取水口距水体底部的高度不宜小于 1.0 米，并避开淤泥较多区域。当取水口位于水体较深区域时，可加大高程差，并采用斜板式取水头部。

5.2.4 流动水体的取水口位于退水口的上游，并保持一定的间距，水体自身可以将建筑排热负荷带走，不存在取水和退水短路的问题。严格来讲，还需考虑排热对下游建筑取水的影响范围，同时满足环境要求的地表水温度变化控制值。

对于深水库湖的静态水体采用同温层退水时，可以不破坏水体的热分层，同时避免较低温度的退水被系统带到水体表面被翻晒。实际工程中，同温层排水往往实施困难，对于湖南地区的江河等地表水系统，应用中可采用水体表面退水。

5.2.5 取水方案应根据全年动态水位、地质条件、地形等因素综合确定。开式地表水换热系统的干式取水泵房，其标高宜考虑 50 年一遇

洪水位的影响。

如果泵房与热泵机房的高差较大，需要较高的取水泵扬程将取水提升至热泵机房，取水能耗偏高。宜在泵房内设置中间换热器，以降低取水能耗。对于取水量不是很大、漂浮物、杂质及泥沙较少的情况，可采用水泵直吸式取水，以简化取水系统，降低投资，也便于取水系统的维护管理。如果热泵机房离水源近，可以将取水泵设在机房，取消单独的水泵房，以节约初投资。设计水泵直吸式取水系统时，进水管应保持一定的坡度；应根据水泵的必需气蚀余量、水泵的几何安装高度及进水管长度，对具体的工程进行核算，确定合理的进水管流速和管径，确保水泵内不会产生气蚀。

5.2.6 控制退水温度可以避免对退水口附近的水生物生存环境造成破坏。大部分鱼类的耐温上限是 40°C ，许多水生昆虫和微生物的耐温上限为 $33\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。水温升高后，水中的溶解氧会减少，据有关资料介绍，水温从 20°C 升高至 40°C ，溶解氧减少 29%。水温升高还会促进水中有机污染物质分解，加速水生物的新陈代谢，消耗更多的氧气。综合来讲，较高的水温容易使地表水体处于缺氧状态。通过对一些火电厂温排水工程的调研发现，当温排水温度比自然水温高 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$ 时，水体中浮游生物的死亡率由常温时的 10% 升高到 $40\sim 60\%$ ，而浮游生物的死亡会造成鱼类饵料减少，影响鱼类生长和地表水体的生态平衡。因此，本条文规定退水温度与地表水体自然水温的温差不应超过 8°C 。

常规的热泵机组冷凝器的冷却水设计温差为 5°C ，如果取水流量不低于冷凝器设计流量，退水温度不会高于自然水体温度 5°C 以上。

如果要设计成大温差的冷却水系统，冷却水的设计温差应在 $5\sim 8^{\circ}\text{C}$ 范围内。

5.2.7 水源热泵机组的退水水质一般优于地表水源水，有条件时宜考虑综合利用，但应满足相应的水质和水温要求。退水可采用压力流也可采用重力流方式，压力流时流速应控制在经济流速范围内，以降低水泵扬程；重力流排放时，排水管渠的设计流速和最小坡度应控制在合理范围内。

6 换热系统

6.1 一般规定

6.1.2 地表水换热系统要求实现高效节能，系统运行稳定，同时不影响地表水体的其它使用功能。如源水水质满足 4.1 节规定的水质标准时，宜采用地表水直接进入机组的（直接）开式系统；水质较差或者水体和机房间高差较大时宜采用设中间换热器的（间接）开式系统；有通航要求的江河、容量较大的或区域性能源站等不宜采用闭式换热系统。

6.1.3 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。

6.2 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规范第 4.1 条规定时，水源热泵机组的换热性能影响较小，机组能效较高。

6.2.2 当源水经处理仍不能满足水质要求，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。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。

6.3 闭式系统

6.3.1 采用闭式地表水换热系统设计应充分考虑水体的水质、水深和水温的条件。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+锅炉的常规冷热源形式比较，仍有节能潜力。

水深小于 3m 的湖、库等静态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。

6.3.5 闭式系统主要应用于水库、湖泊等相对静态水体中，其水体污染敏感度高，因此应该要求传热介质不能对水体产生污染。

7 建筑物内系统

7.1 一般规定

7.1.1 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50736)、《建筑给水排水设计规范》(GB50015)、《公共建筑节能设计标准》(GB 50189)及地方标准《湖南省公共建筑节能设计标准》(DBJ 43/003)等是空调系统设计中应予遵守的母规范。

7.1.2 1、建筑物内系统方案应根据热交换系统条件、建筑空调与供热技术要求与负荷特点,通过技术、节能与经济比较后合理确定。

2、应通过协调优化地表水换热系统与建筑物内系统设计、施工与运行管理,使得地表水水源热泵系统全年能效比高于传统空调系统。

3、不同地区或水体的地表水温差较大,设计时应按实际运行的换热水温参数进行设备选型。

7.1.3 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%~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。

系统提供生活热水时,根据自来水硬度确定机组直接加热水或

者采用换热设备间接加热供应热水。

7.1.4 辅助热源以及其它节能技术措施通过技术经济比较，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。

7.2 机房设计

7.2.1 水源热泵机组性能应符合相关节能标准和行业标准要求，满足节能运行要求。

7.2.2 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。

7.2.3 地表水源的水温特别是温跃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。当地表水源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，使进入机组的源水温度在水源热泵机组正常工作的冷（热）源温度范围内。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。

7.2.4 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器有利于节省能耗。

7.2.5 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。

7.2.6 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管路上的阀门进行切换。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。

7.2.7 冷凝器温度一般在 30℃ 以上，宜设置连续清洗装置以保证机组运行效率。蒸发器温度一般在 5~12℃，检修季清洗就可以满足运营要求。当源水系统为开式，或源水系统为闭式且添加防冻液时，应采取防止空调水系统的水质受到污染，季节转换时应对冷凝器/蒸发器进行清洗。

7.2.9 地表水间接进入机组的系统，需要采用换热器。为了提高换热效率，减少地表水的温度损失和换热器体积，设计常采用板式换热器。虽然地表水在进入换热器前经过了多重过滤处理，但发现换热器的地表水侧仍很容易堵塞，影响使用效果，因此需要经常对换热器进行清洗和维护。为了避免影响使用，对于重要使用场合，建议设置备用换热器，以免因换热器的维护而影响系统的正常工作。

7.2.10 为防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，故作出规定。管道防结露保温材料及其厚度可查国家标准图

集《管道与设备绝热—保冷》(08K507-2、08R418-2)。夏季从深水水库湖取水时,源水温度可能低于 25℃时,源水管道应采取防结露措施。冬季源水温度低于 10℃,且源水管进入空调房间及其吊顶时,源水管也应采取防结露措施。注意这里说的源水温度既指源水供水温度,也指源水退水温度。

7.2.11 表面水体较深时,夏季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℃,7 月为 16.4℃,8 月为 18.4℃,可以用来对空气进行预冷;也可用于温湿度独立控制空调系统的空气显热处理。而 60m 以下的深层水温往往可达到 10℃ 以下,可以直接用于对空气进行完全的冷却;但此深度的水温较低,用作冬季水源热泵系统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。

7.2.12 热泵热水供水温度过高,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℃。热回收机组热水温度越高,冷水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℃,制冷性能系数下降 3%左右),甚至会使机组运行不稳定。提供较高温度热水时应通过技术经济比较确定。离心式机组热回收热水温度不宜超过 45℃,螺杆式机组不宜超过 55℃。

7.2.13 机组及水泵产生较大的噪声及振动,为了保证机房工作人员有害因素职业接触值不超标,为了防止噪声及振动传播到其他房间,因此机房需采取消声、隔振措施。

7.2.14 《湖南省住房和城乡建设厅关于开展全省房屋建筑工程施工图 BIM 审查工作的通知》,将进行 BIM 审图;此外,机房设备、管

线复杂，利用 BIM 技术可优化设备、管道布置。

7.3 辅助冷热源

7.3.1 当建筑空调面积较大，水源热泵系统不能承担全部空调负荷时，或者在极端天气，换热系统换热量不能满足设计要求时，通过经济分析比较后，可采用冷热源进行辅助供冷、供热。

7.3.3 高效、节能、经济、环保的冷热源均可作为水源热泵系统的辅助冷热源。湖南省不符合《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 关于采用电直接加热设备作为空调系统的供暖热源的条件。

7.3.4 水源热泵系统与其他冷热源系统构成多源复合系统有利于互为备用，优势互补。

8 施工、运转调试与验收

8.2 施工

8.2.2 取水及退水施工未尽事宜，参照《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB50141 进行。

8.2.3 换热器底部衬垫物一般采用 C-20 混凝土沉块，高度不小于 250mm，安装应平整、坚固，地基强度应满足要求。混凝土块表面应预留钢制连接件，以便于沉块与盘管进行捆绑，且不得对换热器造成损伤，绑扎材料应选用耐腐蚀材料。

8.3 系统试运转和调试

8.3.2 (1) 管道系统水力平衡试验、单机无负荷试运转，由施工单位负责、监理单位监督、设备厂家技术人员参与；联动无负荷试运转、整体负荷试运转，由建设单位主持，施工单位、监理单位、设备厂家技术人员、设计人员参与。

(2) 水源热泵机组试运转与调试步骤及内容：

1) 调试时通过地源侧和空调侧旁通管冲洗管道，应避免冲洗管道的水进入水源热泵机组而损坏设备；

2) 应对热泵机组源水侧、空调侧进水口过滤器进行多次清洗，确保设备的安全。

3) 管道清洗打压后，关闭源水侧、空调侧旁通阀，使系统水进

入机组内，机组源水侧、空调侧水系统进出口压力应正常，压力损失应小于 100kPa；

4) 水源热泵机组制冷剂系统进出口压力应正常，温差、流量、压缩机吸排气温度、电流、电压、噪声等控制指标应符合有关要求。

5) 应在典型工况下对水源热泵机组制热（冷）性能进行测试，测试机组负荷不宜小于其额定负荷 80%，测试参数包含热机组用户侧及热源侧进、出口水温、流量、供冷（热）量、机组输入电压、电流、功率因数、功率等。

9 监测与控制

9.0.3 热泵机组、水泵、冷却塔等设备的运行参数及耗电量，辅助热源耗能量等。

制冷工况下，水源热泵机组进水温度高于其最高设定温度时，应连锁启动辅助冷却塔运行。制热工况下，水源热泵机组进水温度低于其最低设定温度时，应连锁启动辅助加热设备运行。

9.0.7 热泵机组应与各相关设备进行电气连锁，顺序启停；采用自动运行时宜利用冷（热）量、源水水温等参数进行优化控制。