

团 体 标 准

T/CAEPI 86—2024

城镇污水源热泵系统运行技术规范

Technical specification for operation of sewage-source heat pump system

(发布稿)

本电子版为发布稿，请以正式出版的标准文本为准。

2024-08-29 发布

2024-09-29 实施

中国环境保护产业协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
5 安全管理	4
6 运行调控	6
7 保养维护	8
8 效果评价	16
附 录 A（规范性）污水源热泵系统制冷能效比、制热性能系数、补水率的监测与计算方法	18

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件主编单位：北京城市排水集团有限责任公司。

本文件参编单位：北京北排能源科技有限公司、北京节能环保促进会、北京工业大学、北京市热力工程设计有限责任公司、中国市政工程中南设计研究总院有限公司、华清安泰能源股份有限公司、北京北排清洁能源投资有限责任公司、烟台市城市排水服务中心、长江清源节能环保有限公司、中国铁路北京局集团公司北京南站、中节能城市节能研究院有限公司、哈尔滨工大金涛科技股份有限公司。

本文件主要起草人员：张建新、王增义、刘达克、闫桂兰、江梅、杨胜东、焦跃、王绕、朱向东、杨萌、张帅、张司棋、周童心、阮琼、秦春禹、董海峰、王吉标、王伟、高绪涛、蒋祥龙、高原、张雁秋、闫丽果、杜玉吉、何小威、何馨、杨文龙、郝伟才、李凯。

本文件主要审议人员：杨向平、姚芝茂、贾力、关云峰、张军、曹建平、戴明华。

本文件由中国环境保护产业协会负责管理，由起草单位负责具体技术内容的解释。在应用过程中如有需要修改与补充的建议，请将相关资料寄送至中国环境保护产业协会标准管理部门（北京市西城区二七剧场路6号2层，邮编100045）。

城镇污水源热泵系统运行技术规范

1 范围

本文件规定了城镇污水源热泵系统运行维护的基本要求、安全管理、运行调控、保养维护、效果评价等技术内容。

本文件适用于城镇污水源热泵系统的运行、维护、管理和评价。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB/T 19409 水（地）源热泵机组
- GB/T 31512 水源热泵系统经济运行
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准
- GB 51309 消防应急照明和疏散指示系统技术标准
- GB 55036 消防设施通用规范
- DL/T 596 电力设备预防性试验规程

3 术语和定义

GB/T 19409、GB/T 31512 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

城镇污水 sewage

城镇排水系统中不同处理程度的污水的统称，包括未经处理的原污水，经过处理后水质达到排放要求的排放水，经处理后水质达到再生利用基本要求的再生水。

3.2

城镇污水源热泵系统 sewage-source heat pump system

以城镇污水为低温热源的水源热泵系统。

3.3

污水换热系统 sewage heat-exchange system

采集城镇污水中冷/热能的热交换系统。通常由污水引水井、提升泵（站）、换热器、退水井和管（渠）道等组成。

3.4

制冷能效比 system energy efficiency ratio; EERsys

污水源热泵系统在运行评价期内累计制冷量与累计（动力）耗电量的比值。

3.5

制热性能系数 system coefficient of performance; COPsys

污水源热泵系统在运行评价期内累计制热量与累计（动力）耗电量的比值。

3.6

补水率 percentage of replenishment water in total volume of recirculating water

污水源热泵系统在运行评价期内累计补水量占用户侧循环水总容量的百分比。

4 基本要求

4.1 运行体系

4.1.1 污水源热泵系统的运行、维护应由符合地方政府相关要求的运营单位承担。

4.1.2 污水源热泵系统的运营单位应建立与系统规模及特点相适应、具备持续改进能力的运维管理和应急处置体系，至少应包括：

- 建立和健全运维管理制度：安全生产管理制度、能源计量与能效评价制度、运行巡查与数据记录制度、日常保养与定期维护制度、技术资料和运营记录归档制度等；
- 配置运维所需机构和人员：运维人员应经安全、专业技术培训并考核合格，特种作业人员应取得相应的资格证书；
- 配备运维所需装备与物资：劳动保护和安全防护用品、安全用具和应急救援工具、检测仪器和机修工具设备、应急抢险装备和物资等；
- 编制并完善运维技术文件：运行操作规程/手册、维护作业指导书、安全应急救援预案、运行异常处理/应急处置预案等。

4.2 运行条件

4.2.1 正式运营污水源热泵系统前，运营单位应完整接收并核验下列文件和资料：

- 审批文件、备案文件等立项文件。
- 设计说明、施工图纸等设计文件。
- 项目竣工、系统调试等验收（包括主要设备和系统部件大修、更新、改造）资料，包括但不限于：
 - 设备、装置的出厂合格证、使用说明书；
 - 材料、器材的出厂合格证、进场检验报告；

- 仪器、仪表的检定或校准证书；
 - 竣工图纸、验收报告等。
- 4.2.2 污水源热泵系统运营单位应根据立项文件、设计文件和验收资料等，评估现系统的规划符合性、供电保障度、污水源状况、功能完备性等运行条件。
- 4.2.3 污水源热泵系统的污水热能利用，应符合城镇排水与污水处理规划、能源利用规划等相关规划的要求。
- 4.2.4 污水源热泵系统的供电负荷等级，应符合 GB 50052 的相关规定。
- 4.2.5 污水源热泵系统的实际水源状况，水质条件应符合表 1 的规定，可用水量应满足设计要求。
- 4.2.6 污水源热泵系统的主要设备，应具备下列功能：
- 热泵机组应设置源水侧温度联锁保护装置。当源水侧的水温超限时，应自动报警和启动辅助冷/热源、蓄冷/热装置或其它供能设施。
 - 污水换热器宜根据污水源和换热器的类型设置在线清洗装置。不设污水换热器的，应在水系统上预留热泵机组清洗用的旁通管。
 - 多台热泵机组的源水或空调水为共用集管连接时，每台机组的进口和出口管道上均应装设电控阀并与对应机组联锁。
 - 在热泵机组外进行供冷/供热转换的，应在水系统上设置功能转换阀门；管道、阀门应按国家现行有关标准进行着色并标识。

表 1 污水源水质

序号	控制项目		限值
1	温度	℃	8~30
2	pH 值	—	6.5~9.5
3	易沉固体	mL/(L·15min)	≤10
4	溶解性总固体	mg/L	≤2000
5	总铁（以 Fe 计）	mg/L	≤5
6	总余氯（以 Cl ₂ 计）	mg/L	≤8
7	氯化物	mg/L	≤800
8	硫酸盐	mg/L	≤600
9	硫化物	mg/L	≤1
10	总硬度（以 CaCO ₃ 计）	mg/L	≤450
11	总碱度（以 CaCO ₃ 计）	mg/L	≤350
12	二氧化硅	mg/L	≤50
13	石油类	mg/L	≤15
14	动植物油	mg/L	≤100

- 4.2.7 污水源热泵系统宜采用计算机进行监控管理。监控系统应具有下列功能：

- 设备状态显示、连锁控制、自动报警及保护功能：热泵机组、蓄冷/热装置、引水泵、循环泵、补水泵、电控阀、调节阀等设备的启停/启闭状态显示和启停/启闭连锁控制；故障或超限自动报警及停机保护等。
- 运行参数监测、记录和统计功能：机组蒸发器，冷凝器的进、出口水温、压力；分、集水器的温度、压力或压差；污水换热器的进、出口水温、压力；格栅机/防阻机的进出水压差/水头损失；污水换热系统吸热量/放热量的瞬时值和累计值；辅助冷/热源、蓄冷/热装置的吸热量/放热量的瞬时值和累计值；系统供冷量/供热量的瞬时值和累计值等。
- 用能分项计量功能：热泵机组、蓄冷/热装置、引水泵、循环泵、补水泵等设备的输入功率或电耗；系统补水量等。
- 运行调节控制功能：热泵机组台数、加减载控制；水系统温度或压力控制；与辅助冷/热源、蓄冷/热装置耦合控制；工况转换与系统调节等。
- 其它功能：控制模式切换（自动运行/就地手动/远程手动等）；信息安全保障（用户操作权限和防火墙等）；数据访问接口（服务器为工作站/远程终端提供数据库访问等）。

5 安全管理

5.1 一般规定

5.1.1 运营单位应落实安全生产管理责任，定期组织安全教育培训和应急救援演练。

5.1.2 运营单位应设置专职安全员，负责对安全管理制度、安全防范措施、隐患排查治理的落实情况进行检查。安全检查应符合下列规定：

- 系统运行期间，除日常安全检查外，应定期进行安全隐患排查；
- 遇到汛期、节假日、极端天气时，应进行专项安全检查；
- 安全检查应做好记录，分析存在的安全问题和隐患，组织制定治理措施并监督实施。

5.2 人员与环境

5.2.1 运维人员的安全管理应符合下列规定：

- 上岗前应熟悉工作岗位和作业现场存在的危险因素、防范措施及应急救援预案；
- 在岗期间应正确佩戴劳动保护和安全防护用品，熟练使用安全用具和消防器材；
- 在操作/作业中应严格遵守安全操作规程；
- 在突发安全事故时应立即启动应急预案，按预案进行应急救援和现场处置并及时上报。

5.2.2 运行环境的安全管理应符合下列规定：

- 应设置必要的安全标志，安全标志应符合 GB 2894 的规定；
- 压力容器等特种设备和制冷剂泄漏等探测报警装置应按国家和地方有关规定进行强制检定，检验合格方可使用；

- 绝缘手套、绝缘靴、绝缘胶垫、绝缘杆、验电器、放电杆、接地线等电气安全用具应按规定每半年至一年进行一次预防性试验，并归档检验记录；
- 消防器材、应急照明的设置应符合 GB 55036、GB 51309 的规定，并按有关规定进行定期检查、更新，确保其完好有效；
- 制冷剂、润滑油等化学药剂的保管和使用，应有安全技术说明书；属于危险化学品的，应按国家现行法规与标准的规定执行；
- 设备、站房的接地装置与防雷装置，应按国家和地方现行标准的有关规定进行检查、维护和预防性试验；
- 每年汛期前，应检查、维护、更新、补充防汛设施及器材。

5.3 设备与设施

5.3.1 设备、仪表的安全管理应符合下列规定：

- 电器综合保护装置/电气保护回路应按规定的周期进行检定/整定并保留记录；
- 应定期对制冷剂泄漏探测、剩余电流保护、接地和防雷等安全防护装置的可靠性进行检查；
- 应定期对设备紧急停机开关、故障报警和超限报警装置的有效性进行检查；
- 应定期对设备的基础稳固性、隔振装置可靠性、传动装置有效性和安全性进行检查。

5.3.2 设施、管线的安全管理应符合下列规定：

- 应定期对污水池/井/渠、蓄冷/热装置等设施的人孔、爬梯/踏步、栏杆的稳固性进行检查；
- 应定期对管线的支/吊架稳固性、补偿器有效性、接头密封性、保温完好性进行检查；
- 应定期对污水池/井/渠的水位计/标尺、有毒有害/易燃易爆气体监测仪进行清洗、校准。

5.4 操作与作业

5.4.1 电气设备的安全操作应符合下列规定：

- 电气设备的工作电压、电流和温度应控制在额定值允许变化范围内。
- 电气倒闸应执行工作票制度、工作许可制度、工作监护制度，以及工作间断、转移、终结制度。
- 电气倒闸送电操作应按照先高压后低压、先总路后分路、先隔离开关后断路器、先母线侧后负荷侧的原则；停电操作则应相反。
- 双路供电同时送电、分段运行时，低压联络柜的断路器、隔离开关应处于分闸状态。
- 变压器两侧接好地线后，应在操作手柄上悬挂警告牌。
- 断路器分闸后应先上锁，并在操作手柄上悬挂警告牌。
- 电容器在重新合闸前，应使断路器断开，并将电容器放电。
- 不得带负荷操作隔离开关；隔离开关接触部分过热时，应切断电源；不允许断电时，应降低负荷并加强监视。

5.4.2 运行巡查的安全防护应符合下列规定：

- 巡查运转设备时，不得靠近、接触其转动部位；

- 巡查电气设备时，应保持安全距离，进入配电间应随手关门；
- 雨、雪天气，在室外巡查或操作时应注意防滑、防雷电。

5.4.3 维护作业的安全管理应符合下列规定：

- 维护前应制定技术方案和安全措施，维护后应有完整的维护记录及验收资料；
- 安全技术措施应包括停电、验电、接地、关断、隔离、降温、遮拦、悬挂警告牌等；
- 任何电气设备上的警告牌，除原来放置人员外，其它任何人不得移动；
- 设备清洁保养时，不得擦拭带电部位和运转部位，冲洗水不得溅到带电部位和润滑部位；
- 站房内严禁烟火，明火作业应办理审批手续并严格管理；
- 特种作业应实行工作票制度、工作许可制度及工作监护制度；
- 需进入污水池/井/渠、蓄冷/热装置等有限空间进行作业时，应按国家和地方现行标准的规定执行；进入引水/退水井等城镇排水设施内部，宜委托城镇排水设施运营单位完成。

6 运行调控

6.1 一般规定

- 6.1.1 污水源热泵系统的运行，应加强对污水换热系统的监控，保证其退水温度不超过规定限值。
- 6.1.2 污水源热泵系统的能源消耗应满足 GB 17167 规定的计量要求。向综合建筑供冷/热的，宜将住宅和商业分开计量。
- 6.1.3 污水源热泵系统的经济运行应符合 GB/T 31512 规定的基本要求。
- 6.1.4 污水源热泵系统的运行数据应及时备份，运行记录和统计报表应定期归档。

6.2 运行操作

- 6.2.1 每个供暖/供冷运行期前，应对水系统进行试压、冲洗并检查管道保温情况，合格后方可启动污水源热泵系统。水系统冲洗时应通过旁通管并关断与热泵机组的连通。
- 6.2.2 污水源热泵系统启动前，应根据运行操作规程判断是否具备开机条件，检查内容应包括：
 - 绝缘、接地、防雷、制冷剂泄漏探测、剩余电流保护等现场安全防护措施；
 - 配电系统的开关位置和电压、电流、频率等工作参数；
 - 各设备的润滑油和点检情况；
 - 各阀门的电动/手动、就地/远程档位和启/闭状态；
 - 污水源的水温、水位、水压、水质等工艺参数；
 - 辅助冷/热源、蓄冷/热装置或其它节能设施的功能状态；
 - 监控系统的功能状态；
 - 系统补水和站房通风、排水等附属设备的功能状态。
- 6.2.3 污水源热泵系统的启/停操作应符合下列规定：
 - 系统中各设备及附件应按运行操作规程规定的流程开/关机，并宜进行启停连锁控制。

——系统启动时，宜先启动系统中的电控阀、引水泵、循环泵，在污水及系统水的流动得以证实后再启动热泵机组；机组启动后，应检查其运行工况是否正常、稳定，检查内容应包括：

- 循环水系统进出口压力应正常；
- 制冷剂系统进出口压力应正常，温差、流量应符合有关要求；
- 电流、电压、振动、噪声及压缩机吸排气温度等控制指标应符合有关要求。

——多台热泵机组的源水或空调水为共用集管连接时，应调节平衡阀以使源水或空调水系统各并联环路之间保持水力平衡。

——系统停机时，应与启动顺序相反。

——热泵机组、水泵宜逐台启/停。

6.3 运行巡查

6.3.1 污水源热泵系统应根据运行操作规程规定的路线、项目、频率进行巡查，记录设备、仪表、管线的运行状况和运行参数。巡查、记录项目应包括：

- 引水泵、防阻机、换热器、循环泵、热泵机组、蓄能装置、补水装置等工艺设备的运行状态；
- 变压器、开关柜等配电设备的运行状态；
- 电控阀、调节阀等阀门的开度或启/闭状态；
- 管道（与附件、设备接口）的渗漏情况；
- 引退水系统的温度、水位、水压、流量等运行参数；
- 循环水系统的温度、水压、流量、补水等运行参数；
- 变配电系统的电压、电流、频率、电量等运行参数；
- 通风、排水、起重等辅助设备的运行状态；
- 制冷剂泄漏探测装置的报警状态。

6.3.2 巡查频率应不少于每班一次，下列情况应提高巡查频率：

- 系统中存在新装设备、老旧设备、长期停用后启用设备、大修后设备、事故处理后设备时；
- 存在运行参数异常等可疑现象时；
- 设备运行处于非正常状态时；
- 重大节日及极端天气状况时。

6.4 工况调整

6.4.1 污水源热泵系统宜采用在线模型模拟的方法进行自动控制或辅助决策。不具备条件的，应通过离线模型模拟或复核计算等方法，根据系统设计的运行策略建立各种典型工况的运行方案（库）。控制决策/运行方案的制定和调整应符合下列原则/规定：

- 应利用热泵机组的能量调节功能，根据负荷侧回水温度的高低调节输出冷量或热量（供水温度）；负荷侧供、回水温差不宜低于设计温差的 60%，且不应小于 3℃。
- 当单台热泵机组的能力满足实际负荷时，应只开启单台机组；当开启多台机组时，应尽量使每台机组都处在高效运行状态，保证同类型机组的压缩机工作小时数相当。

- 引水泵、循环泵的运行工况点应处于其性能曲线的高效率区间。水泵采用变频运行时，转速宜控制在其额定转速的 70%~100%，且不应低于额定转速的 50%。
- 污水换热系统应在保证退水温度不超限的前提下，控制污水侧进、出水温差不低于设计温差的 80%，并尽量提高污水热能利用率。
- 设置蓄能装置的系统，应按系统设计的耦合模式并结合能源价格时段优化调整运行方案。带热/冷回收的系统，应在保障供能且热泵机组安全运行的前提下，最大化热能回收效率？。
- 系统间歇运行时，应根据气候状况、系统负荷和建筑热惰性，合理确定启停时间。

6.4.2 污水源热泵系统的运行工况，应根据末端需求、外界环境等工况条件，按模拟结果/运行方案适时控制/调整设备、阀门的运行参数设定。对于规模较大（供冷/热 50000m²及以上）或多源耦合的系统，宜采用具有自主学习能力的的人工智能（AI）控制等智慧化控制方式。

6.5 异常处理/应急处置

6.5.1 运营单位应定期组织异常处理/应急处置预案的演练，检查、维护、更新、补充异常处理/应急处置所需的装备和物资。

6.5.2 污水源热泵系统运行异常/故障发生后，运维人员应立即按照异常处理/应急处置预案进行现场处理/处置，并及时上报，同时做好相应记录。异常处理/应急处置应符合下列规定：

- 振动、异响、过热、渗漏、报警等设备运转异常时，应立即进行检查和排除；异常情况不能及时排除时，应立即停运并投运备用设备。
- 温度、压力、压差、流量、液位等运行参数超限时，应立即分析原因并及时调整设备/系统的运转/运行工况。
- 设备保护停机、电气设备跳闸等设备运行故障，应立即查明原因并及时清除故障；在未查明原因并清除故障之前不得重启/合闸。
- 仪表联锁跳车、自动控制失效等监控系统故障，应及时转换为手动控制模式；在查明原因并清除故障之后，方可重新转换为自动控制模式。
- 供电系统停电、污水水量或水质大幅波动等导致污水源热泵系统运行中断的突发事件，应立即启动应急处置程序。

6.5.3 运营单位应分析总结污水源热泵系统运行异常/故障发生的原因，采取相应的预防措施，评价处理/处置的过程和结果，逐步完善异常处理/应急处置预案。

7 保养维护

7.1 一般规定

7.1.1 运营单位应建立健全污水源热泵系统各种设备、仪表、设施、管线的维护台账，制定年度维护计划，并及时更新累计运行时间、归档保养维护记录。

7.1.2 污水源热泵系统各种设备、仪表、设施、管线应按产品说明书、作业指导书的要求进行保养维

护，并根据原产品技术要求配备相应的易损零配件，建立备品、备件的管理台账。

7.1.3 停用或备用的设备，应每月至少进行1次运转，且应先点动、后启动。

7.2 管道和阀门

7.2.1 管道的日常保养应符合下列规定：

- 外观应清洁，保温应完好；
- 与附件、仪表、设备的连接应紧固、无渗漏；
- 支架、吊架应牢固、无锈蚀；
- 补偿器的同轴度应在自由公差范围内，伸缩应无卡涩。

7.2.2 管道的定期维护应符合下列规定：

- 检查保温层的完整性，应每年一次；
- 支架、吊架的防腐处理，应每两年一次；
- 检查、调整补偿器的同轴度，应每两年一次；
- 更换套筒式补偿器的盘根填料，应每年一次。

7.2.3 阀门的日常保养应符合下列规定：

- 应保持清洁、无锈蚀。
- 连接螺栓与垫片应完好紧固。
- 丝杆、齿轮等传动部件应润滑良好，启闭灵活。
- 阀杆密封应无明显渗漏。
- 阀芯运动应无卡阻、突跳。
- 阀门的启闭转向、启闭转数等标示应清晰完整。
- 不经常启闭的阀门应每周启闭一次。
- 电动操作机构：
 - 手动、电动切换机构应有效；
 - 动力、控制电缆的接线、接插件应无松动，信号显示应正确；
 - 电动运转应无异响，齿轮油箱应无渗漏；
 - 控制箱应完好，无锈蚀。

7.2.4 阀门的定期维护应符合下列规定：

- 阀体的防腐处理，应每两年一次。
- 现场控制箱内电缆接插件、电器元件应完好无腐蚀，应每半年检查一次。
- 检查、加注和更换齿轮箱、丝杆润滑油脂，应每年不少于一次。
- 电动操作机构：
 - 检查、调整行程限位、过力矩保护和手动/电动联锁装置，应每半年一次；
 - 更换密封件，应每年一次；
 - 清洗或更换轴承，应每年一次；

- 检查、调整控制信号，应每年一次；
- 解体、调整电动装置，应每四年一次。

7.3 电机和水泵

7.3.1 电机的日常保养应符合下列规定：

- 外观应清洁，铭牌应清晰，接地应可靠；
- 基座的连接应紧固；
- 引出线接头应紧固；
- 绕组的绝缘电阻应符合安全运行要求；
- 轴承应润滑良好、无漏油、无杂声；
- 冷却系统应完好有效。

7.3.2 电机的定期维护应符合下列规定：

- 累计运行 6000h~8000h 应维护一次；
- 内部应无灰尘，绕组绝缘应良好；
- 散热风扇应紧固无变形；
- 铁芯硅钢片应整齐无松动；
- 定子、转子绕组槽楔应无松动，绕组引出线焊接应良好，相位应正确、标号应清晰；
- 维护后应进行转子静平衡、绝缘和耐压试验。

7.3.3 水泵的日常保养应符合下列规定：

- 外壳应完好，铭牌应清晰，接地应可靠；
- 泵体与基座、管道的连接螺栓应紧固；
- 轴承应润滑良好、无漏油、无杂声；
- 联轴器的轴向间隙应符合要求；
- 轴封、润滑、冷却系统应完好有效。

7.3.4 水泵的定期维护应符合下列规定：

- 累计运行 3000h~5000h 应对水泵及传动机构进行解体维护：
 - 检查、更换轴封零件或材料；
 - 轴承游隙、联轴器同轴度偏差应在允许范围内；
 - 叶轮和耐磨环的径向间隙应均匀，最大间隙大于最小间隙的 1.5 倍时应修理或更换；
 - 叶轮和盖板应无破裂和穿孔，叶轮壁厚小于原厚度的 2/3 时应更换；
 - 叶片和流道的汽蚀麻窝深度大于 2mm 时应修补。
- 潜水泵的维护宜符合以下规定：
 - 每年或累计运行 2000h，应检测电机线圈的绝缘电阻；
 - 每年应至少一次吊起潜水泵，检查潜水电机引入电缆和密封圈；
 - 每年或累计运行 4000h，应检查温度传感器、湿度传感器和泄漏传感器；

- 叶轮、耐磨环损坏或其间隙大于 2mm 时，应修理或更换；
- 累计运行 8000h~15000h，应对水泵及传动机构进行解体维护；
- 轴承或电机绕组温度大于规定值或漏油密封损坏时，应解体维修；
- 井内的电缆应加装固定保护装置，宜每半年检查一次电缆和保护装置是否完好。

——维修后水泵流量应不低于原设计值的 90%，机组效率应不低于原机组效率的 90%。

7.4 水源热泵机组

7.4.1 水源热泵机组的日常保养应符合下列规定：

- 机组、管路的基座、支架、连接件应紧固，运行应无振动、异响；
- 压缩机的油位、油压应处于正常范围；
- 制冷剂循环系统应无泄漏；
- 电缆的接线、接插件应无松动，控制箱信号显示应正确。

7.4.2 水源热泵机组的定期维护应符合下列规定：

- 清洗蒸发器和冷凝器，应每半年一次；
- 更换压缩机油和油过滤器，应每年一次；
- 更换制冷剂循环系统的干燥过滤芯，应每年一次。

7.5 污水换热器

7.5.1 污水换热器的日常保养应符合下列规定：

- 外表应无灰尘和锈迹，铭牌应完整和清晰；
- 结构本体和管路接口应无渗漏；
- 源水侧、介质侧的进、出口温度应符合要求；
- 换热能力低于设计值的 90%或发生陡降时，应进行在线清洗或反冲洗。

7.5.2 污水换热器的定期维护应符合下列规定：

- 清洗污水侧换热通道，应每半年一次；
- 清洗介质侧换热通道，应每年一次；
- 在非运行期应充满清水养护。

7.6 防阻机/格栅机

7.6.1 防阻机/格栅机的日常保养应符合下列规定：

- 操作台、电控箱应清洁、无锈蚀；
- 机座、传动机构紧固件应无松动；
- 栅条、滤网应无松动、变形、脱落；
- 轴承、齿轮等传动机构的润滑应良好；
- 格栅、滤网回转机构的运行应无卡滞、跑偏；
- 反冲水沿格栅、滤网宽度应分布均匀，经过反冲洗的栅条、滤网应无垃圾顽固附着。

7.6.2 防阻机/格栅机的定期维护应符合下列规定：

- 栅条、滤网的更换维护，应每两年一次；
- 轴承和密封件的检查维护，应每年一次；
- 电控箱的测试维护，应每年一次；
- 齿轮箱的解体维护，应每三年一次；
- 易腐蚀件的防腐处理，应每年一次。

7.7 配电系统

7.7.1 电气设备试验应符合下列规定：

- 电气设备维修后或停用超过半年时，通电前应进行预防性试验；试验项目和周期应符合 DL/T 596 的有关规定；
- 电气设备大修、更新、改造后，投入运行前应按 GB 50150 的要求进行交接试验，试验合格方可投入运行。

7.7.2 变配电间的检查与维护应符合下列规定：

- 门窗及照明应完好，通风应良好，温度和湿度应正常；
- 应有防止小动物进入的措施，并定期检查封堵电缆洞；
- 每年汛期前，变配电间的防雷与接地装置应做预防性试验。

7.7.3 开关柜的检查与维护应符合下列规定：

- 各部件应保持清洁、无尘垢；检查和清扫每年应不少于二次。
- 标志应齐全、清晰、明显。
- 仪表、指示灯显示应正确。
- 接线、连接件应紧固牢靠。
- 动静触头应接触良好，无过热变色、烧毛、放电现象；接触电阻检测应每年一次。
- 操作机构应动作灵活、无卡阻。
- 传动机构应无油垢、润滑良好；分合刀闸时各相的动作应一致，三相合闸不同时应加以调整。
- 绝缘应良好；绝缘电阻检测应每年一次。
- 空气断路器：
 - 电磁线圈和伺服电机的分合应正常；
 - 线路系统保护装置应动作可靠；
 - 应检查灭弧室，清除电弧飞溅的金属屑，更换严重熔烧的栅片。
- 交流接触器：
 - 分合应灵活、无机械卡阻、无异常声音；
 - 灭弧罩、铁芯、短路环及线圈应完好无损，并应及时清除电弧飞溅的金属屑；
 - 铁芯接触面应清洁、平整、无锈蚀；
 - 应调整触头开距、超程、压力和三相同期性。

——电流/电压互感器：

- 呼吸器内部的吸潮剂应无潮解；
- 电流互感器二次侧不得开路；
- 电压互感器两侧熔断器、低压侧的限流电阻、高压中性点的串联电阻应完好，开口三角绕组的消谐器应无损坏；
- 油浸式应无渗油，油位应正常，油色应透明。

——变频器：

- 冷却风扇应完好，温升和声响应正常；
- 保护功能应有效。

——无功功率就地/集中补偿装置：

- 电流表、功率因数表应工作正常；
- 电容器应无锈蚀、漏液、变形；
- 熔断器应接触良好、功能正常；
- 电容器的继电保护装置应动作可靠；
- 电抗器、自动补偿控制仪、交流接触器应完好、工作可靠；
- 电容器组放电装置应正常、可靠，三相间容量应平衡，误差不应大于单相总容量的 5%。

——继电保护装置：

- 盘柜上各元件标志、名称应齐全，表计、继电器及界限接线端子螺钉应无松动；
- 信号指示、光字牌、灯光音响讯号应正常；
- 继电器触点、端子排、表计、标志应清洁无尘垢；
- 金属部件和弹簧应无缺损；
- 继电器外壳应完整无损，整定值指示位置应正确，整定应每年一次；
- 继电保护回路压板、转换开关运行位置与运行要求应相符；
- 电压互感器、电流互感器二次引线端子应完好；
- 继电保护整组跳闸应灵敏可靠、速动性正常；
- 继电器、仪表校对合格后，应对各种继电保护装置回路进行绝缘电阻测量；绝缘电阻应符合出厂规定。

——整流电源装置：

- 仪表指示及继电器动作应正常；
- 交直流回路的绝缘电阻不应小于 $1\text{M}\Omega/\text{kV}$ ；
- 工作电源和备用电源的自动切换装置应完好。

7.7.4 动力电缆的检查与维护应符合下列规定：

——电缆绝缘测量，应每两年至少一次；

——直流耐压试验，应每半年至少一次；

- 电缆终端连接点应保持清洁、相色清晰，应无渗油、发热、破损，接地应完好；
- 电缆沟内应无渗水、积水、淤泥、杂物，电缆排放应整齐、牢固。

7.7.5 接地、接零、防雷装置的检查与维护应符合下列规定：

- 电气设备的金属外壳应与接地线或接零线可靠连接；
- 接地装置、接零装置连接点不得有损伤、折断和腐蚀；
- 接地线或接零线应每年至少检查两次，接地电阻应不大于 1Ω ；
- 保护接零和保护接地不得混用；
- 防雷装置应在每次雷雨过后进行检查，且每年应至少检查一次；
- 屋顶避雷带检查与维护，应每年一次，接地电阻应不大于 10Ω 。

7.8 监控系统

7.8.1 仪表的检查与维护应符合下列规定：

- 仪表应安装牢固，接线可靠；
- 仪表箱应保持清洁、无腐蚀；
- 检测仪表的传感器表面应保持清洁，每月应清洗一次；
- 仪表显示应正常，显示值异常时应及时分析原因并做好记录；
- 供电和过电压保护应完好有效；
- 密封件防护等级应符合环境要求；
- 测量范围、精度、灵敏度应符合工艺要求；
- 数据采集、远传频率应符合计量和监控要求；
- 现场仪表的读数应与监控中心的显示一致；
- 液位、温度、压力、流量、转速等热工类检测仪表，应每半年进行一次零点和量程调整；
- 流量计、热量计等计量类检测仪表，应由计量机构按国家规定周期或产品说明书进行标定。

7.8.2 执行机构、控制机构的检查与维护应符合下列规定：

- 监控中心的控制应与现场设备的响应一致；
- 执行机构的电动、液动、气动装置性能检查，应每半年一次；
- 控制机构的性能检查，应每年一次；
- 执行、控制机构的信号、连锁、保护及报警装置可靠性检查，应每年一次。

7.8.3 监控系统设备的检查与维护应符合下列规定：

- 监控机房应保持适宜的温度和湿度；
- 监控工作站、数据库服务器检查和维护，应每季度一次；
- 可编程控制器、远程终端、通信设施及通信接口检查，应每半年一次；
- 网络设备检查和维护，应每年一次；
- 就地控制模式各检测点的模拟量或数字量校验，应每年一次；
- 电源、电池检查与维护，应每年一次；

- 控制模式切换按钮有效性检查，应每年一次；
- 接地、接零、防雷设施检查与维护，应每年一次；
- 远程终端的通信链路自切换功能、数据就地存储功能及存储校验，应每年一次；
- 监控机房内防静电设施检查，应每年一次。

7.8.4 监控系统功能的检查与维护应符合下列规定：

- 系统软件、程序应及时升级、存档，并应备份运行数据；
- 系统监控、趋势图、报警、报表等系统功能检查，应每季度一次；
- 数据采集准确性、及时性、完整性及控制指令执行可靠性、及时性检查，应每季度一次；
- 数据库存储准确性、完整性及剩余存储空间、运行效率检查，应每季度一次；
- 监控系统的自诊断、声光报警、保护及自启动、通信等功能测试，应每半年一次；
- 故障声光报警设定值校验，应每年一次；
- 通信系统的工况和性能校验，应每年一次；
- 网络速率、安全性检查，应每年一次；
- 控制模式优先权等检查，应每年一次。

7.8.5 视频监视系统的检查与维护应符合下列规定：

- 摄像机防护罩和电缆进线密封应符合防护等级要求；
- 摄像机旋转、变焦、夜视功能每月应至少检查一次；
- 视频存储装置的视频保存周期应根据运行管理要求确定，并应每月检查一次；
- 供电系统每年应检查、维护一次；
- 接地、接零和防雷设施每年应检查和维护一次；
- 视频显示装置的显示清晰度、流畅度，每年应检查和维护一次。

7.9 附属设备、附属设施

7.9.1 排水泵的检查与维护应符合下列规定：

- 排水泵应根据集水坑设定水位启/停；
- 吸水口网罩应无垃圾；
- 出水管路应无漏水，阀门、止回阀应完好；
- 集水坑清淤，应每年至少一次。

7.9.2 通风机的检查与维护应符合下列规定：

- 应根据设定周期或作业要求启/停；
- 进、出风不得倒向；
- 进、出风口应通畅，无杂物；
- 通风机的运行应工况正常，无异声；
- 通风管密封应完好，无漏风；
- 解体维护、清除内部积尘、加注润滑油脂，应每年一次。

7.9.3 水处理设备的检查与维护应符合下列规定：

- 设备外壳应保持清洁；
- 运行控制器的工作状态应正常，信号显示应正确，进线密封应符合防护等级要求；
- 盐桶内树脂再生用盐溶液应处于过饱和状态，应及时检查和补盐；
- 清洗树脂床和保安过滤器，应每月一次；
- 检查管道及阀门、射流器等附件密封性和通畅性，应每月一次；
- 检测水质并根据检测结果调整设备运行参数，应每月一次；
- 清理盐桶内底部杂质，应每半年一次；
- 运行控制器内电缆接插件、电器元件应无松动、无腐蚀，应每半年检查一次；
- 设备解体维护，清理沉积杂质、补充或更换树脂等，应每年一次；
- 长期停用前，应对树脂进行一次充分再生，并用盐水浸泡保养。

7.9.4 污水池的检查与维护应符合下列规定：

- 池面应无大块浮渣；
- 池壁应无剥落、裂缝、腐蚀；
- 液位计、水位标尺的清洗、校验，应每年一次；
- 有毒有害、易燃易爆气体检测报警仪的检定，应每年一次；
- 扶梯、栏杆的防腐处理，应每年一次；
- 池底清淤，应每年至少一次。

7.9.5 引水井、退水井的检查与维护应符合下列规定：

- 透气孔应无堵塞；
- 井壁应无严重剥落、裂缝、腐蚀；
- 高位井或压力井应无渗漏；
- 压力井的盖板、衬垫、螺栓应无明显老化、腐蚀；
- 踏步、井盖的防腐处理，应每年至少一次。

8 效果评价

8.1 运行质量

8.1.1 污水源热泵系统供冷/热的运行参数，应达到设计要求。

8.1.2 污水源热泵系统运行过程中产生的废气、污水等污染物的排放及噪声的控制，维护过程中产生的废油、废水质等污染物的收集与处理，均应符合国家和地方相关标准的规定。

8.2 节能效果

8.2.1 污水源热泵系统应在每个采暖季/制冷季运行结束后进行节能效果评价。节能效果评价的数据来源，应采用监控系统记录的实际运行数据；无监控系统的，应采用附录 A 中 A.1 的方法进行现场监

测。节能效果评价的指标计算，应采用附录 A 中 A.2 的计算方法。

8.2.2 污水源热泵系统的节能效果，制冷能效比应不低于 3.2，制热性能系数应不低于 3.0，补水率应不大于 0.5%。



附录 A

(规范性)

污水源热泵系统制冷能效比、制热性能系数、补水率的监测与计算方法

A.1 监测方法

A.1.1 测试条件

A.1.1.1 污水源热泵系统应在热泵机组运行负荷不低于额定负荷的 60%且运行工况稳定的条件下进行测试，测试时间应不少于 1h。

A.1.1.2 用户侧循环水流量、补水量和进/出水温度，以及热泵机组和各级水泵消耗的有功功率等应同时测试。

A.1.2 测试仪表

A.1.2.1 测试仪表应满足测试项目的要求，并应在检定合格周期内或经校准后使用。

A.1.2.2 测试仪表技术性能要求应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 测试仪表技术性能要求

测试仪器名称	测试参数	最大允许误差/准确度等级
功率计	有功功率	1.5 级
温度计	水温度	±0.5℃
流量计	水流量	2.0 级
水表	水体积	2.0 级

A.1.3 测试方法

A.1.3.1 用户侧进、出水温度

使用温度计在热泵机组用户侧进、出口处进行测试，宜采用插入式温度传感器，也可采用贴片式表面仪表；每 10min 记录一次数据，测试时间不少于 1h，取测量值的算术平均值作为测试结果。

A.1.3.2 用户侧水流量

使用流量计在热泵机组用户侧进口或出口的直管段上进行测试，位置应符合流量仪表测量要求，宜采用超声波流量计；每 10min 记录一次数据，测试时间不少于 1h，取测量值的算术平均值作为测试结果。

A.1.3.3 用户侧补水量

使用水表在补水泵出口的直管段上进行测试，位置应符合水表测量要求；测试时间不少于 1h，取测试结束和起始读数的差值作为测试结果。

A.1.3.4 热泵机组及各级水泵消耗的有功功率

热泵机组及各级水泵消耗的有功功率为其电动机的输入功率，使用功率计在系统配电线路的输入

端进行测试；每 10min 记录一次数据，测试时间不少于 1h，测量值采用累计方法确定；多路输入的取输入功率之和，并同时记录。

A.2 计算方法

A.2.1 污水源热泵系统制冷量、制热量的计算方法

污水源热泵系统制冷量、制热量应分别按式 A.1 和式 A.2 计算：

$$Q_c = c \times \rho \times F \times (t_{cs} - t_{js}) \dots\dots\dots (A.1)$$

$$Q_n = c \times \rho \times F \times (t_{js} - t_{cs}) \dots\dots\dots (A.2)$$

式中： Q_c ——污水源热泵系统制冷量，kW；

Q_n ——污水源热泵系统制热量，kW；

c ——水的比热，取值为 4.1868 [kJ/(kg·°C)]；

ρ ——水的密度，根据测点水温和压力查表 A.2 取值，kg/m³；

F ——用户侧水体积流量，m³/s；

t_{cs} ——用户侧出水温度，°C；

t_{js} ——用户侧进水温度，°C。

表 A.2 水的密度 ρ (kg/m³)

温度/°C	绝对压力/MPa									
	0.1	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
0	999.8	1000.3	1000.8	1001.3	1001.8	1002.3	1002.8	1003.3	1003.8	1004.3
2	1000.0	1000.4	1000.9	1001.4	1001.9	1002.4	1002.9	1003.4	1003.9	1004.4
4	1000.0	1000.4	1000.9	1001.4	1001.9	1002.4	1002.9	1003.4	1003.8	1004.3
6	999.9	1000.4	1000.9	1001.4	1001.8	1002.3	1002.8	1003.3	1003.8	1004.2
8	999.9	1000.3	1000.8	1001.2	1001.7	1002.2	1002.7	1003.2	1003.6	1004.1
10	999.7	1000.1	1000.6	1001.1	1001.6	1002.0	1002.5	1003.0	1003.4	1003.9
12	999.5	999.9	1000.4	1000.9	1001.3	1001.8	1002.3	1002.7	1003.2	1003.7
14	999.2	999.7	1000.1	1000.6	1001.1	1001.5	1002.0	1002.4	1002.9	1003.4
16	998.9	999.4	999.8	1000.3	1000.7	1001.2	1001.7	1002.1	1002.6	1003.0
18	998.6	999.0	999.5	999.9	1000.4	1000.8	1001.3	1001.7	1002.2	1002.7
20	998.2	998.6	999.1	999.5	1000.0	1000.4	1000.9	1001.3	1001.8	1002.2
22	997.8	998.2	998.6	999.1	999.5	1000.0	1000.4	1000.9	1001.3	1001.8
24	997.3	997.7	998.1	998.6	999.0	999.5	999.9	1000.4	1000.8	1001.3
26	996.8	997.2	997.6	998.1	998.5	999.0	999.4	999.9	1000.3	1000.7
28	996.2	996.6	997.1	997.5	998.0	998.4	998.9	999.3	999.7	1000.2
30	995.7	996.1	996.5	996.9	997.4	997.8	998.3	998.7	99.1	999.6
32	995.0	995.4	995.9	996.3	996.8	997.2	997.6	998.1	998.5	998.9

34	994.4	994.8	995.2	995.7	996.1	996.5	997.0	997.4	997.8	998.3
36	993.7	994.1	994.5	995.0	995.4	995.8	996.3	996.7	997.1	997.6
38	993.0	993.4	993.8	994.2	994.7	995.1	995.5	996.0	996.4	996.8
40	992.2	992.6	993.1	993.5	993.9	994.4	994.8	995.2	995.7	996.1
注：中间值可通过线性插值得。										

A. 2. 2 污水源热泵系统制冷能效比、制热性能系数的计算方法

污水源热泵系统制冷能效比、制热性能系数应分别按式 A.3 和式 A.4 计算：

$$EER_{\text{sys}} = Q_c / W_{\text{sys}} \quad \text{..... (A.3)}$$

$$COP_{\text{sys}} = Q_n / W_{\text{sys}} \quad \text{..... (A.4)}$$

式中： EER_{sys} ——污水源热泵系统制冷能效比；

COP_{sys} ——污水源热泵系统制热性能系数；

Q_c ——污水源热泵系统制冷量，kW；

Q_n ——污水源热泵系统制热量，kW；

W_{sys} ——污水源热泵系统消耗的总有功功率，kW；按式 A.5 计算：

$$W_{\text{sys}} = W_u + \sum W_p \quad \text{..... (A.5)}$$

式中： W_u ——热泵机组消耗的有功功率，kW；

W_p ——污水源热泵系统各级水泵消耗的有功功率，kW。

A. 2. 3 污水源热泵系统补水率的计算方法

污水源热泵系统补水率应按式 A.6 计算：

$$POR_{\text{sys}} = 100 \times V / T \times F \quad \text{..... (A.6)}$$

式中： POR_{sys} ——污水源热泵系统补水率，%；

V ——用户侧补水量， m^3 ；

T ——评价（测试）时间，s；

F ——用户侧水体积流量， m^3/s 。