

山东省工程建设标准



DB37/T 5148—2019

J 14854—2019

地源热泵系统运行管理技术规程

Technical specification for operation and management of
ground-source heat pump system

2019 - 09 - 17 发布

2019 - 12 - 01 实施

统一书号:155160 · 1804

定 价:28.00 元

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局

联合发布

山东省工程建设标准

地源热泵系统运行管理技术规程

Technical specification for operation and management of
ground-source heat pump system

DB37/T 5148—2019

住房和城乡建设部备案号：J 14854—2019

主编单位：山东省建筑科学研究院有限公司

中建八局第一建设有限公司

批准部门：山东省住房和城乡建设厅

施行日期：2019 年 12 月 1 日

中国建材工业出版社

2019 年 · 北 京

山东省工程建设标准
地源热泵系统运行管理技术规程

Technical specification for operation and management of
ground-source heat pump system

DB37/T 5148—2019

※

出版：中国建材工业出版社

地址：北京市海淀区三里河路1号

邮政编码：100044

印刷：北京雁林吉兆印刷有限公司

开本：850mm×1168mm 1/32 印张：2.5 字数：60千字

2019年11月第一版 2019年11月第一次印刷

印数：1~500册 定价：28.00元

※

统一书号：155160·1804

版权所有 翻印必究

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局
关于发布山东省工程建设标准

《地源热泵系统运行管理技术规程》的通知

鲁建标字〔2019〕23号

各市住房城乡建设局、市场监管局、各有关单位：

由山东省建筑科学研究院有限公司和中建八局第一建设有限公司主编的《地源热泵系统运行管理技术规程》，业经审定通过，批准为山东省工程建设标准，编号为 DB37/T 5148—2019，现予以发布，自 2019 年 12 月 1 日起执行。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东省建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局
2019 年 9 月 17 日

前 言

为指导和规范地源热泵系统的运行管理，保证系统运行安全稳定、经济节能、管理规范，根据山东省住房和城乡建设厅的计划要求，山东省建筑科学研究院有限公司会同有关单位在广泛调研的基础上，认真总结省内地源热泵技术的应用现状和实践经验，参考国内研究成果和其他省的相关标准，制定本规程。

本规程的主要内容包括：总则、术语、基本规定、管理要求、低温热源换热系统运行管理、机房内冷热源系统运行管理、监测与控制系统、系统经济运行评价。

本规程由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东省建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送山东省建筑科学研究院有限公司（地址：济南市天桥区无影山路 29 号，邮政编码：250031，电话：0531-85595490，E-mail：sdarbg@qq.com）。

主 编 单 位：山东省建筑科学研究院有限公司
中建八局第一建设有限公司

参 编 单 位：济南能源建设发展集团有限公司
山东省建设发展研究院
山东省地矿工程集团有限公司
山东城市建设职业学院
山东建科建筑设计有限责任公司
临沂市城乡建设服务中心

主要起草人员：王 昭 魏林滨 李向前 范学平 于 科
李 迪 周 旭 于永清 孟繁晋 李青灿

耿 房	尹子和	田 帅	刘 欣	刘元伟	
孟苗苗	杜 浩	杨娇娇	王衍争	李军伟	
汝华伟	李昊翼	孙璐楠	王思雪		
主要审查人员：	端木琳	王德林	范 涛	张 钊	牛庆照
	张建立	于正杰	臧春光	胡良雷	

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	5
4	管理要求	7
4.1	人员要求	7
4.2	运行要求	7
4.3	维护要求	8
4.4	安全要求	8
5	低温热源换热系统运行管理	10
5.1	一般规定	10
5.2	地理管换热系统	11
5.3	地下水换热系统	11
5.4	地表水换热系统	12
5.5	辅助热源换热系统	13
6	机房内冷热源系统运行管理	15
6.1	环境要求	15
6.2	热泵机组	15
6.3	附属设备	16
6.4	电气设备	17
7	监测与控制系统	19
8	系统经济运行评价	20
附录 A	建设技术文件	21

附录 B 常规运行管理记录 22

附录 C 运行管理人员岗位基本职责 27

附录 D 系统经济运行评价参数 28

本规程用词说明 33

引用标准名录 34

附：条文说明 35

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	5
4	Management Requirements	7
4.1	Requirements for Personnel	7
4.2	Requirements for Operation	7
4.3	Requirements for Maintenance	8
4.4	Requirements for Security	8
5	Operation and Management of Heat Source Exchanger System	10
5.1	General Requirements	10
5.2	Ground Heat Exchanger System	11
5.3	Ground Water System	11
5.4	Surface Water System	12
5.5	Supplementary Heat Exchanger System	13
6	Operation and Management of Cold/Heat Source System in the Engine-room	15
6.1	Environmental Requirements	15
6.2	Heat Pump Unit	15
6.3	Ancillary Equipment	16
6.4	Electrical Equipment	17
7	Monitoring and Control System	19
8	Evaluation of Economic Operation of System	20

Appendix A Construction of Technical Documents 21

Appendix B Routine Operation Management Record 22

Appendix C Operational Manager’s Responsibilities 27

Appendix D System Economic Operation

 Evaluation Parameters 28

Explanation of Wording in This Specification 33

List of Quoted Standards 34

Addition: Explanation of Provisions 35

1 总 则

1.0.1 为贯彻落实国家和山东省在建筑中应用可再生能源、保护环境的法律法规和政策，规范地源热泵系统的运行管理，保证系统运行安全稳定、经济节能，延长系统使用寿命，结合山东省地源热泵技术的应用现状，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于山东省内以岩土体、地下水、地表水为低温热源，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供热、空调或加热生活热水的系统的运行管理。污水源热泵系统及其他类型的供热、空调或加热生活热水系统的运行管理可参照执行。

1.0.3 地源热泵系统的运行管理应坚持以安全、高效、节能、环保为原则。宜充分利用社会服务机构的专业技术、专业设备和专业人才资源，提高运行管理水平。

1.0.4 地源热泵系统的运行管理除应符合本规程的规定外，尚应符合国家及省现行有关标准规范的规定。

2 术 语

2.0.1 地源热泵系统 ground-source heat pump system

以岩土体、地下水或地表水为低温热源，由水源热泵机组、地热能交换系统、建筑物内系统组成的供热空调系统。根据地热能交换系统形式的不同，地源热泵系统分为地埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统和地表水地源热泵系统。

2.0.2 复合地源热泵系统 combined ground-source heat pump system

结合利用其他低温热源（空气源、太阳能等），共同组成具有两个及两个以上低温热源的地源热泵系统。

2.0.3 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温热源的热泵。通常有水/水热泵机组和水/空气热泵机组等形式。

2.0.4 地埋管换热系统 ground heat exchanger system

传热介质通过竖直或水平地埋管换热器与岩土体进行热交换的地热能交换系统，又称土壤热交换系统。

2.0.5 地下水换热系统 ground water system

与地下水进行热交换的地热能交换系统，分为直接地下水换热系统和间接地下水换热系统。

2.0.6 地表水换热系统 surface water system

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

2.0.7 合同能源管理 energy management contract (EMC)

节能服务公司与用能单位以契约形式约定节能项目的节能目标，节能服务公司为实现节能目标向用能单位提供必要的服务，用能单位以节能效益支付节能服务公司的投入及其合理利润的节

能服务机制。包括分享型合同能源管理、承诺型合同能源管理、能源费用托管型合同能源管理等业务形式。

2.0.8 在线清洗 on-line cleaning

系统在正常运行或者停机不拆卸管道、设备或元件，在密闭的条件和保证安全环保的前提下，利用化学或者物理等原理，使用清洗装置对系统管道、设备或元件内部加以反应或者强力作用，达到内壁、表面清洁和杀菌的方法。包括在线化学清洗和在线物理清洗等方法。

2.0.9 调试 test, adjust and balance

在竣工阶段通过对系统测试、调整和平衡，使系统达到无负荷的设计状态。

2.0.10 综合效能调适 commissioning

通过对系统的调试验证、性能测试验证、综合效果验收和季节性工况验证，以确保系统实现不同负荷工况运行和用户实际使用功能的要求。

2.0.11 数据监测系统 data monitoring system

通过安装数据监测和采集装置，采用远程数据传输手段，实现数据在线、实时监测和动态分析功能的硬件和软件系统的统称。

2.0.12 系统经济运行 economic operation of the system

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

2.0.13 系统能效测评 energy performance evaluation of the system

对反映地源热泵系统耗能量及系统效率等性能指标进行核查、检测和计算，并给出系统所处等级的活动。

2.0.14 热泵机组性能系数 coefficient of performance of heat

pump unit

在规定的试验条件下，热泵机组的制冷量或制热量与机组消耗功率的比值。

2.0.15 热泵系统制冷能效比 energy efficiency ratio of heat pump system

热泵系统制冷量与热泵系统总耗电量的比值，热泵系统总耗电量包括热泵机组、各级循环水泵的耗电量。

2.0.16 热泵系统制热性能系数 coefficient of performance of heat pump system

热泵系统制热量与热泵系统总耗电量的比值，热泵系统总耗电量包括热泵机组、各级循环水泵的耗电量。

2.0.17 负荷率 load ratio

系统的运行负荷与设计负荷之比。

3 基本规定

3.0.1 建设单位应根据系统规模、自身技术条件等因素选择地源热泵系统运行管理模式。宜选择合同能源管理模式对地源热泵系统进行运行管理。

3.0.2 系统投入运行后，运行管理单位应充分利用合同或服务，进行地源热泵系统的运行管理和优化调节。

1 应要求系统供应商及施工安装单位提供实时监控服务、维护保养服务、人员培训及配件供应等售后服务，保证系统设备处于良好的运行状态；

2 应定期联合系统供应商对系统运行记录数据进行分析，根据实际运行情况对系统进行持续调适，优化调整系统运行工况；

3 应委托具备相应能力的第三方机构，定期对地源热泵系统进行综合效能调适和能效测评，提供全面的、持续改进的咨询服务。

3.0.3 对系统实施的设备更新、节能改造、系统扩容等变动项目，签订的合同文本中应明确有效期限内的量化实施结果，宜委托具备相应能力的第三方机构进行能效测评。

3.0.4 运行管理单位应与建设单位联合制订地源热泵系统接管流程，并按照流程对地源热泵系统进行接管。

3.0.5 运行管理单位应参照 ISO 9001、ISO 14001、ISO 18001 等国际标准管理体系，建立健全运行管理工作制度，并在运行管理工作中持续改进管理体系。

3.0.6 运行管理单位应根据地源热泵系统的运行特征，制定完善系统运行操作规程和维护保养规程，并根据系统实际运行效果

进行优化调整。

3.0.7 运行管理单位必须执行所有的运行管理工作制度和运行操作规程，并定期检查执行情况。

3.0.8 地源热泵系统的建设手续、勘察、设计、施工、调试、验收、检测、维修和评定等技术文件应齐全完整、真实准确，并与系统实际情况一致。系统参建方可按照本规程附录 A 整理相关技术文件，汇总后由建设单位移交给运行管理单位。

3.0.9 运行管理单位应按照相关规章制度制订相应的运行管理和维护保养等实施记录，准确填写、签名并存档。实施记录可按照本规程附录 B 制订。

3.0.10 采用计算机数据监测系统信息化运行管理时，应每月备份原始运行数据记录或打印汇总表存档。

3.0.11 地源热泵系统的运行记录与数据分析资料、运行与控制策略变更文件、技术改造和设备更新文件等相关技术文件，应及时纳入技术资料管理。

4 管理要求

4.1 人员要求

4.1.1 运行管理单位人员应参加地源热泵系统调试等环节，全面了解各设备及系统的安装施工、运行功能和调试方法，掌握系统运行管理基本知识。

4.1.2 应根据地源热泵系统的类型规模、运行时间及自控水平，配置运行管理人员和班组。

4.1.3 运行管理人员应定期进行专业知识和安全生产教育，经理论和实操考核合格后才能上岗。运行管理单位应建立健全运行管理人员的培训、考核档案。

4.1.4 运行管理人员应定期统计调查分析系统运行效果和运行能耗，提高运行管理服务水平。运行管理人员岗位基本职责可按照附录 C 制定。

4.2 运行要求

4.2.1 地源热泵系统应进行制热工况、制冷工况和制生活热水工况的综合效能调适。

4.2.2 地源热泵系统开机前，应做好热泵机组、低温热源换热系统、建筑物内系统的检查，确认设备状态良好、配电及自控系统性能正常，季节性切换阀门操作到位。

4.2.3 地源热泵系统开机应遵循“先开启水系统后开启主机”的原则，系统关机则应遵循“先关闭主机后关闭水系统”的原则。

4.2.4 地源热泵系统运行时，应严格执行系统设计的节能运行

策略和模式，以及相关节能管理制度，宜采用低成本运行技术，对能源浪费现象进行整改。

4.2.5 地源热泵系统应定期进行运行管理记录。采用计算机数据监测系统进行信息化运行管理时，应定期巡视检查数据监测系统。

4.2.6 建筑物内供暖空调通风系统的运行管理应符合现行国家标准《空调通风系统运行管理规范》GB 50365、《空气调节系统经济运行》GB/T 17981 和《空调通风系统清洗规范》GB 19210 的规定。

4.3 维护要求

4.3.1 应定期对地源热泵系统进行维护保养，做好维护保养记录。应针对发现的故障及时进行设备维修或更新，确保系统正常、高效运行。

4.3.2 地源热泵系统的维护保养应按照维护保养规程实施，严格遵守安全生产制度。

4.3.3 地源热泵系统的维修或更新应制订维修计划，在保证系统正常使用的前提下，合理利用维修资源。

4.3.4 系统中设备、管道、管件和阀门的更换宜选用相同型号的产品。当选用其他型号的产品时，应符合地源热泵系统设计文件和维护保养规程的要求，避免发生安全性和相容性等问题。

4.4 安全要求

4.4.1 运行管理单位应定期对系统运行管理和维护保养进行安全检查，对设备安全操作、事故应急处理进行随机演练，严格遵守安全生产管理制度。

4.4.2 运行过程中产生的废气、污水等污染物应达标排放，废

油、污物、废工质应按相关标准要求收集处理。

4.4.3 地源热泵系统的设备安全保护装置应齐全可靠，供配电系统应避免过载，并应定期检查。

4.4.4 地源热泵系统的低温热源应用设备应注意安全保护，避免因施工建设、生产作业、恶劣天气等造成损坏。

4.4.5 开式污水源热泵系统和直接式地下水源热泵系统的夏季和冬季运行模式切换前，应对水路切换系统的换向阀和管道进行清洗，防止受污染的水进入用户侧循环管道。

5 低温热源换热系统运行管理

5.1 一般规定

5.1.1 对于设置连续反冲洗装置的低温热源换热系统，应定期观察反冲洗效果，并对排污情况进行检查。

5.1.2 应定期检查低温热源换热系统的过滤处理设备，宜设置过滤处理设备进出口水压力的监测装置，当进出口水压差超限时应及时进行清理维修。

5.1.3 低温热源换热系统运行时，应定期监测低温热源应用设备布置区域的温度，可通过控制地源热泵系统的间歇运行，或使用辅助热源换热系统，避免冬季温降和夏季温升过高。

5.1.4 对于闭式的低温热源换热系统，应定期检查自动补水（或充液）及泄漏报警装置，发生补水量或充液量持续过大或者泄漏报警后，应及时排查泄漏区域，采取补救修复措施。有可能冻结的地区，应定期检查防冻保护装置，并及时添加防冻剂。

5.1.5 对于开式的低温热源换热系统，应加强对取水头部、天然滤床及取水构筑物的检查、监测及定期清淤工作，及时清除漂浮物、泥沙及其他颗粒物，防止取水头部和输水管路堵塞。应定期监测地下水或地表水水位，发生水位下降到取水量不能满足热泵机组最低流量要求时应停止运行。

5.1.6 低温热源换热系统应根据供热、空调或加热生活热水的负荷特征，各低温热源换热系统规模及其运行工况下的热泵机组制冷（制热）性能系数等因素制定热平衡运行方案。确定在制热、制冷和制生活热水工况运行时，不同低温热源换热系统运行的切换时间和运行时长，低温热源换热系统年度周期内的总吸热

量与总释热量的不平衡率不应大于 20%，不宜大于 10%。

5.1.7 对于采用地下水、海水、污水等具有腐蚀性的水源作为低温热源的低温热源换热系统，运行管理人员应定期检查系统设备和管道的腐蚀、堵塞、换热能力等情况，并及时清洗、处理或更换。

5.1.8 对于可采用低温热源直接供暖空调的地源热泵系统，应根据低温热源换热系统的换热温度和建筑热负荷需求等情况，制订科学合理的运行方案，及时切换热泵机组旁通管路和专用换热机组。

5.1.9 低温热源换热系统和辅助热源换热系统的运行管理除应符合本规程的规定外，尚应符合《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366、《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364、《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495、《工业锅炉经济运行》GB/T 17954 等国家和省现行有关标准规范的规定。

5.2 地埋管换热系统

5.2.1 运行管理人员应掌握土壤热平衡的相关知识，在运行管理中合理使用土壤热平衡措施，并结合地埋管布置区域土壤温度或回水温度的监测情况，对土壤热平衡运行方案进行必要的调整。

5.2.2 地埋管换热系统部分负荷运行时，应分时分区切换使用地埋管换热器，宜优先切换使用地埋管布置区域外围的地埋管换热器。不宜直接采用地源侧循环水泵变流量运行控制模式。

5.3 地下水换热系统

5.3.1 运行管理人员应严格实施地下水换热系统的地下水回灌技术方案，结合水位、水质的监测情况进行必要的调整，确保置

换热量或冷量的地下水全部回灌到同一含水层。

5.3.2 运行管理人员应长期监测地下水换热系统的抽水量、回灌量、水位和水温，超过系统设计允许值时，应执行相应的预案，或使用辅助热源换热系统。

5.3.3 运行管理人员应采用下列技术措施，保证水源井的正常使用。

1 采用回扬方法定期清洗地下水换热系统的抽水井、回灌井的过滤器、井管；

2 去除水中的有机质或者进行预消毒杀死微生物防止形成生物膜堵塞含水层介质孔隙；

3 定期检查管路排气装置，防止回灌水中挟带气泡形成承压含水层的气泡阻塞，防止溶解氧和水井内存在的低价铁离子形成氧化物和气体黏合物；

4 必要时在不污染地下水的前提下，可采用化学方法对水源井进行再生处理，防止出现含水层介质化学沉淀和黏粒膨胀、扩散；

5 定期切换使用抽水井和回灌井，但回灌井用作抽水井的频率不宜太高，防止含水层细颗粒重组。

5.3.4 运行管理人员应定期检查热源井井口的封闭情况，以及设备和管道的泄露情况，杜绝污染地下水。

5.4 地表水换热系统

5.4.1 运行管理人员应定期检查闭式地表水换热系统的水下换热器水垢和微生物包覆情况，以及腐蚀、弯曲破损情况。当换热能力影响系统运行时，应采用高压冲洗水枪或刮板等方法进行水下清洗或者更换。

5.4.2 运行管理人员应对排放水水质进行监测，防止排放水水

质污染，对地表水水体造成生态环境影响。

5.4.3 污水、海水换热系统的换热器结构宜留有清洗开口或拆卸端头，以便于定期清洗和更换管件。

5.4.4 污水、海水换热系统运行中，根据水质及其腐蚀性，在满足环保要求的前提下，宜加入适当的缓蚀剂，减缓设备与材料的腐蚀。

5.4.5 地表水换热系统可采用化学杀灭、格栅滤网等方法防止水生物堵塞取水管网和换热器。

5.5 辅助热源换热系统

5.5.1 太阳能光热辅助热源的太阳能集热系统运行管理应符合下列规定：

1 采用全玻璃真空太阳集热管的太阳能集热系统，应避免太阳能集热器空晒、闷晒和冻结；

2 应定期清扫或者冲洗太阳能集热器表面灰尘和污物，定期检查太阳能集热器的接口和部件的渗漏情况，保证太阳能集热器的高效、安全运行；

3 应定期检查辅助电加热元件和水位探棒的结垢、淤积和裂缝松动等情况，有必要时清洁或者更换加热元件和水位探棒；

4 应定期检查太阳能集热系统管路上的安全阀、止回阀和自动排气阀，损坏时及时修理和更换，保证太阳能集热器防过热保护措施可靠有效。

5.5.2 冷却塔运行管理应符合下列规定：

1 应根据热泵机组负荷变化控制冷却水的流量和冷却塔风机的运行，定期监测冷却塔的出水温度，提高冷却塔运行效率；

2 应定期检查冷却塔进水管阀门及旁通管道上的阀门状况，防止阀门不正常开启造成大量冷却水从停运的冷却塔或旁通

管流过，影响冷却塔效率；

3 应定期监测冷却塔的冷却效率和补水率，冷却塔补水的浮球阀应严密不漏水。并联运行的多台冷却塔，应监测并保持各冷却塔之间的水量平衡，防止个别冷却塔超量补水和大量溢流现象；

4 应定期检查和清洗冷却塔，并保持冷却塔周围通风良好，进风不应有遮挡。

5.5.3 热水锅炉的换热系统运行管理应符合下列规定：

1 烟气余热回收装置，应保证冷却水循环通畅，冷凝水排放通畅；

2 应定期对回水干管上的排污装置排污；

3 应定期检查安全阀的铅封，杠杆式安全阀上的重锤；

4 应定期检查应急自动动作设备及保护设备。

6 机房内冷热源系统运行管理

6.1 环境要求

6.1.1 机房内应做到温、湿度适宜，地面干净、无积水，环境清洁、严禁堆放杂物。

6.1.2 机房的积水应及时排除，待积水排除后方可接入主电源，开启地源热泵系统。

6.1.3 管道、线缆等穿越机房地室外墙、底板时，应定期检查穿越处的渗水情况，存在渗水情况时应及时进行防水处理。

6.1.4 应定期检查机房地面及设备基础的承载力，发现沉降、开裂等情况应及时委托具备相应能力的第三方机构进行加固处理。

6.1.5 应定期检查消防安全、事故通风和应急照明设备，保证设备使用正常有效。

6.1.6 机房内设有值班室时，值班室内高温作业职业接触限值 WBGT 不应大于 33°C ，噪声职业接触限值不应大于 85dB (A) 。

6.2 热泵机组

6.2.1 进入水源热泵机组的水质应符合现行国家标准《水源热泵系统经济运行》GB/T 31512 和《采暖空调系统水质》GB/T 29044 的规定。

6.2.2 热泵机组的主要运行参数应符合设计文件和设备说明书的规定，避免超出现行国家标准《水（地）源热泵机组》GB/T 19409 规定的正常工作范围。

6.2.3 热泵机组的热水、冷水出口温度设定值，宜根据建筑供

暖空调负荷的变化予以调整。

6.2.4 应根据负荷情况及热平衡运行方案，调节热泵机组的开启台数和顺序，使机组运行的台数最少并运行在高效区。

6.2.5 应定期检查热泵机组的冷凝器、蒸发器、节流元件、过滤器、水流开关和冷冻油，及时维修或更换。

6.2.6 热泵机组宜设置在线清洗系统。

6.3 附属设备

6.3.1 应对地源热泵系统的水泵运行参数进行实时监测，保证处于正常、高效的工作状态，并应采用高效电机和节能控制措施。

6.3.2 利用水系统进行冬夏切换的系统，其功能转换阀门应设有明显的状态标识，操作结束后应对转换阀门的密闭性进行确认。

6.3.3 土壤源热泵系统的供冷供热模式采用水系统切换时，应先关闭水系统切换的所有阀门，再开启本季节运行的水系统阀门。

6.3.4 多台热泵机组运行时，热泵机组水管路上阀门的开启和关闭应与热泵机组运行相联动。

6.3.5 应定期检查和维修地源热泵系统中的计量仪器仪表和保护装置，确保仪表、装置工作正常。

6.3.6 换热、储热设备的温控装置、安全装置应保持正常工作状态。

6.3.7 地源热泵机房内设备、管道、部件的防腐保温层应保持良好状态。发现保温层、防潮层、保护层有破损和脱落现象，应及时修补。

6.3.8 应定期检查地源热泵机房内设备管道的支吊架、管箍和

减震装置，并符合下列规定：

1 发现支吊架和管箍断裂、变形、松动、脱落和锈蚀等异常现象，应及时维修；

2 发现弹簧减震器、橡胶隔震器、弹性减震器，以及设备管道进出口的软接头等隔声减震装置有损坏现象，应及时更换。

6.3.9 管道上使用的各类阀门材质应耐腐蚀和耐压，避免阀门处出现滴漏现象，并应定期巡视，发现滴漏现象时应及时更换配件。

6.3.10 地源热泵系统的水处理设备、加药机等装置应保持有效运行，及时记录加药时间、药品名称和加药数量。

6.3.11 循环水系统管路最高点设置的自动放气阀应保持有效动作，自动放气。管路最低点设置的排污阀应定期打开进行泄水、排污。

6.3.12 生活热水系统的供水水温、水压和水质应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015、《生活饮用水卫生标准》GB 5749 和《民用节水设计标准》GB 50555 的有关规定。运行管理单位应定期进行供水水温、水压和水质检测，发现异常应及时采取有效措施。

6.3.13 应定期检查贮热水箱的人孔、通气孔、溢流管的防虫网，并及时更换破损件。

6.4 电气设备

6.4.1 地源热泵系统应安装可传输数据的智能仪表，所有记录内容应及时录入计算机管理系统。

6.4.2 应定期监视地源热泵系统每一馈电回路负荷三相平衡，当出现三相严重不平衡时，应对末端配电系统进行相序平衡调整。

6.4.3 地源热泵供配电系统电容补偿柜上的功率因数控制器，应具有检测和显示谐波分量的功能。当检测到的谐波值高于规范的限值时，宜采取有源谐波治理的措施。合理的投入电容器组，使变电室的功率因数控制在 0.95 以上。

6.4.4 应定期检查地源热泵系统机电设备的配电装置电压、电流，以及供电导体绝缘情况。

6.4.5 应采取下列措施加强地源热泵系统机电设备的启动管理。

1 记录主要电动机启动时的电流、电压、频率、功率因数等参数；

2 查看大容量的电动机在启动时，是否影响其他机电设备的正常运行；

3 当电动机采用直接启动方式不适宜时，应对启动方式进行技术改造，采用与负荷特性相应的启动方式：软启动方式、星三角启动方式、自耦降压启动或变频器控制。

6.4.6 应定期检查各电气设备的接地保护装置，记录测试接地电阻值。

7 监测与控制系统

7.0.1 地源热泵系统应设置数据监测系统，服务建筑面积大于20000m²的地源热泵系统宜设置中央监控与管理系统。

7.0.2 监测与控制系统的各种传感器、执行器应至少每年进行一次检查；传感器的工作位置偏离正常点位时，应及时调整；传感器和执行器性能参数偏离正常值时，应及时检修或更换。

7.0.3 运行年度结束后，监测与控制系统应能汇总和对比运行数据，以便优化运行方案。

7.0.4 应定期对监测与控制系统的软件环境进行维护及防病毒管理，保障系统安全高效运行。

7.0.5 监测与控制系统内历史数据记录应至少保留3年。所有历史数据应进行备份。

8 系统经济运行评价

- 8.0.1 运行管理单位应定期进行系统经济运行评价。
- 8.0.2 系统经济运行评价分为自综合评价和第三方能效测评，可根据实际情况选用。
- 8.0.3 系统经济运行评价可按照附录 D 给出的方法执行。
- 8.0.4 能效测评应委托具备相应能力的第三方机构进行。

附录 A 建设技术文件

A.0.1 建设单位整理的技术文件应包括下列内容：

- 1 项目立项、审批文件；
- 2 项目建设招标文件、采购合同、施工合同、技术服务合同；
- 3 系统能效测评报告和综合效能调适报告。

A.0.2 勘察单位整理的技术文件应包括下列内容：

- 1 工程场地状况调查报告、浅层地热能资源和水文地质勘察报告；
- 2 地埋管换热系统的岩土热响应试验勘察报告；
- 3 地下水换热系统的水文地质试验勘察报告；
- 4 地表水换热系统的水文状况勘察报告；
- 5 太阳能等其他资源勘察报告。

A.0.3 设计单位整理的技术文件应包括下列内容：

- 1 项目施工设计图纸、图纸会审记录、设计变更通知书；
- 2 项目竣工图纸。

A.0.4 施工和监理单位整理的技术文件应包括下列内容：

- 1 项目相关的主要材料、设备和构件的质量证明文件、进场验收记录、进场核查记录、进场核查记录、进场复验报告和见证试验报告；
- 2 项目相关的隐蔽工程验收记录和资料；
- 3 项目各分项工程质量验收记录，检验批次验收记录；
- 4 系统关键部件检验报告；
- 5 系统压力试验记录、设备单机试运转记录、系统联合试运转与调试记录；
- 6 系统及设备培训记录、设备使用手册和设备保养手册等。

附录 B 常规运行管理记录

B.0.1 系统运行记录应包括下列内容：

1 记录日期和时间，运行数据的记录时间间隔不应大于 2h；

2 室外温度、室外相对湿度，室内温度、室内相对湿度，生活热水用水点处温度；

3 低温热源换热系统：进口压力、出口压力、低温热源温度；地下水换热系统的抽水量、回灌量、水位；

4 水源热泵机组：启停状态、蒸发温度、蒸发压力、冷凝温度、冷凝压力、电压、电流、电功率，用户侧供水温度、回水温度、流量，地源侧供水温度、回水温度、流量，生活热水侧供水温度、回水温度、流量；

5 用户侧水泵：启停状态、进口压力、出口压力、电压、电流、电功率；

6 低温热源侧水泵：启停状态、进口压力、出口压力、电压、电流、电功率；

7 生活热水侧水泵：启停状态、进口压力、出口压力、电压、电流、电功率；

8 当日水源热泵机组耗电量、当日用户侧水泵耗电量、当日地源侧水泵耗电量、当日用户侧累计制热量（制冷量）、当日地源侧累计吸热量（释热量）、当日生活热水侧制热量和补水量、当日热水锅炉燃气（燃油）用量；

9 电气设备：各相电流、电压，绝缘值；

10 其他设备：进口温度、出口温度、进口压力、出口压力、流量；

11 备注（异常）情况说明；

12 填表人签字。

B.0.2 系统巡回记录应包括下列内容：

1 记录日期和时间，水源热泵机组、水泵、配电柜等主要设备巡回检查的时间间隔不应大于 2h；空调机组、风机盘管、散热设备、热回收装置、阀门等末端设备和辅助设备巡回检查的时间间隔不应大于 1 周；

2 水源热泵机组的巡回内容和顺序包括：

- 1) 检查压缩机的油压、油压差、油温及油量；
- 2) 机组外部各接口、焊点探漏；
- 3) 检查不正常的声响、振动及高温；
- 4) 检查阀门开关状态，有无泄漏；
- 5) 检查运转部分润滑油情况及添加适当润滑油；
- 6) 检查压缩机、电机等运动部件，蒸发器、冷凝器、膨胀阀和系统管路部件的固定状况；
- 7) 检查蒸发器和冷凝器结垢情况；
- 8) 检查高低压开关等安全保护装置的可靠性；
- 9) 检查配电箱和接线盒内接线柱固定可靠。

3 水泵的巡回内容和顺序包括：

- 1) 检查及调校轴封条，以及轴封处、管接头无漏水现象；
- 2) 轴承加压，轴承的润滑油充足、良好；
- 3) 检查不正常噪声，过高的温升，无异味产生；
- 4) 检查防锈部分；
- 5) 检查水管过滤网，压力表指示正常且稳定，无剧烈抖动；
- 6) 检查各接线盒内接线柱固定可靠，电流在正常范围内。

4 电气设备的巡回内容和顺序包括：

- 1) 检查控制开关动作状态;
 - 2) 检查电缆连接及绝缘状态;
 - 3) 检查接地保护装置;
 - 4) 冬季检查管道电伴热状态。
- 5 热交换器的巡回内容和顺序包括:
- 1) 检查两侧进口水过滤器情况, 是否发生堵塞;
 - 2) 检查是否有漏水情况。
- 6 空调机组的巡回内容和顺序包括:
- 1) 检查空气过滤器空气流动情况, 是否发生堵塞;
 - 2) 检查噪声及振动;
 - 3) 检查框架有无变形;
 - 4) 检查通风机转动情况, 风管是否漏气;
 - 5) 检查阀门开启情况;
 - 6) 检查各接线盒内接线柱固定可靠。
- 7 散热设备的巡回内容和顺序包括:
- 1) 检查散热器是否漏水;
 - 2) 检查散热器表面温度是否过热或过低;
 - 3) 检查散热设备阀门开启情况。
- 8 太阳能集热系统的巡回内容和顺序包括:
- 1) 检查集热器是否有破损和漏水;
 - 2) 检查集热管路的自动排气装置是否正常动作;
 - 3) 检查储热水箱的水位是否正常。
- 9 冷却塔系统的巡回内容和顺序包括:
- 1) 检查冷却塔及风机内是否有影响正常运行的异物;
 - 2) 检查风机的减速器、电机运行是否正常;
 - 3) 检查配水、配风是否均匀;
 - 4) 检查填料有无倒塌现象;

5) 检查水滴飘散损失是否正常。

10 自动控制系统的巡回内容和顺序包括：

- 1) 检查温度、压力、水流、水位、电压、电流等传感器是否损坏；
- 2) 检查各监测数据是否有异常；
- 3) 检查电磁开关、电磁阀、电动阀、变频器等执行设备是否正常动作；
- 4) 检查自动控制系统平台是否正常工作。

11 其他设备、阀门及管道连接处的巡回内容主要是检测是否漏水。

B.0.3 值班记录和交接班记录应包括下列内容：

- 1 值班日期和时间、值班岗位、值班记录、值班人签字；
- 2 交接班日期和时间、交接班岗位、交接记录（有关事项、跟进处理情况）、交班人签字、接班人签字。

B.0.4 事故分析及处理记录、设备和系统部件的大修和更换记录等应包括下列内容：

- 1 日期和时间；
- 2 事故、大修、更换等设备名称和安装位置；
- 3 事故、大修、更换等原因分析；
- 4 事故处理方法记录、设备和系统部件的大修和更换方法记录；
- 5 纠正及预防措施；
- 6 申请人、经办人、批准人签字。

B.0.5 维护保养记录应包括下列内容：

- 1 日期和时间；
- 2 维护保养部位和内容：
 - 1) 供热季和供冷季结束后，应对水源热泵机组进行一次

常规保养，对低温热源换热系统进行一次水处理保养；

- 2) 风机盘管、水泵、换热器、软化水设备和散热设备应每年实施一次保养；
 - 3) 热水（冷水）系统、低温热源换热系统、空调风道系统等的管道应每两年清洗一次；
 - 4) 水管道、风管道和空调机组的过滤装置清洗或更换，电机测绝缘、加注润滑油、皮带张力调整、加湿器清洗、电动阀、执行器调校及机房环境卫生，维护保养应每月进行一次；
 - 5) 水泵应每年清洗、换油一次，当发现漏水或漏水滴数超标时应重新压紧或更换油封，一般每年应对水泵进行一次解体检修，每年应对没有进行保温处理的水泵泵体表面进行一次除锈、刷漆；
 - 6) 自动控系统的传感器、执行器、控制平台应每年维护保养一次。
- 3 维护保养验收情况记录；
 - 4 维护保养人、验收人签字。

附录 C 运行管理人员岗位基本职责

C.0.1 严格执行操作规程，钻研业务，掌握地源热泵系统的工艺流程、系统构成、操作及保养方法，不断提高技术水平，确保系统的正常运转。

C.0.2 严格按照要求开停和调节地源热泵系统的各种设备，并做好相应的运行记录，定期对地源热泵系统和设备进行巡回检查，发现问题及时处理。

C.0.3 根据室外气象条件和用户使用要求，精心操作，及时调节，保证地源热泵系统安全、正常、经济运行状况。

C.0.4 按规定时间做好系统和设备的巡检工作和维护保养工作，使其处于良好状态，并按要求做好备案记录。发现故障和隐患及时报告，不得延误，及时解决。

C.0.5 严格遵守机房的管理制度，上班坚守岗位，认真负责，严格执行相关的规章制度，谨慎操作、安全生产、文明生产。

C.0.6 认真做好交接班，交班前做好机房内卫生。

C.0.7 密切注意设备的运行状态，及时处理故障隐患。发现设备异常要及时上报处理。如果异常情况会危及人身或设备安全，则要首先采取停机等紧急措施。

C.0.8 严格遵守工作岗位制度，未经允许不得引领无关人员进入地源热泵机房。

C.0.9 在遇机组维修时要积极配合维修人员工作。

附录 D 系统经济运行评价参数

D.0.1 热泵机组制冷（制热）性能系数（COP）

1 计算公式

$$COP_c = \frac{Q_c}{N_c} \quad (D.0.1-1)$$

$$COP_h = \frac{Q_h}{N_h} \quad (D.0.1-2)$$

式中 Q_c ——热泵机组制冷量，kW；

Q_h ——热泵机组制热量，kW；

N_c ——制冷工况下地源热泵机组输入功率，kW；

N_h ——制热工况下地源热泵机组输入功率，kW。

2 测试参数

机组地源侧流量、机组用户侧流量、机组地源侧进（出）口水温、机组用户侧进（出）口水温、机组输入功率。

3 测试要求

应在热泵系统实际运行工况接近机组的额定工况，机组的负荷率应达到额定值的 80% 以上时进行测试，测试时间至少为 1h，记录时间间隔不大于 10min。

4 测试判定

测试工况下，热泵机组的制冷（制热）性能系数应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定。

D.0.2 热泵系统制冷能效比、制热性能系数（ EER_s 、 COP_s ）

1 计算公式

$$EER_s(COP_s) = \frac{Q}{\sum N} \quad (D.0.2)$$

式中 Q ——热泵系统累计制冷（制热）量，kWh；

$\sum N$ ——热泵系统设备（包括热泵机组、用户侧水泵、低温热源侧水泵）耗电量，kWh。

2 测试参数

热泵系统用户侧累计制冷（制热）量、机组累计耗电量、水泵累计耗电量。

3 测试要求

应在热泵系统实际运行工况接近机组的额定工况，系统的负荷率应达到额定值的 60% 以上时进行测试，测试时间至少为 4d，每天记录时间宜为 24h。或者采用夏季、冬季全季节记录数据。

4 测试判定

测试工况下，热泵系统制冷能效比、制热性能系数应符合现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 的规定。

D.0.3 综合部分负荷性能系数（ $IPLV_s$ ）

1 计算公式

$$IPLV_s = 2.3\% \times A_s + 41.5\% \times B_s + 46.1\% \times C_s + 10.1\% \times D_s \quad (D.0.3)$$

式中 A_s ——100% 负荷时的系统性能系数；

B_s ——75% 负荷时的系统性能系数；

C_s ——50% 负荷时的系统性能系数；

D_s ——25% 负荷时的系统性能系数。

2 记录参数

不同负荷工况下机组用户侧流量、机组用户侧进（出）口水温、机组输入功率。

3 测试要求

分别选用 100% 负荷、75% 负荷、50% 负荷、25% 负荷条件下的相应数据计算。每组测试时间至少为 1h，记录时间间隔不

大于 10min。

D. 0. 4 季节系统能效比 (SEER、HSPF)

1 供冷季节能效比 (SEER)

$$SEER = \frac{Q_c}{N_c} \quad (D. 0. 4-1)$$

式中 Q_c ——空调期的总制冷量 (包括辅助制冷量), kWh;

N_c ——空调期总输入功率 (包括辅助能耗), kWh。

2 供热季节性能系数 (HSPF)

$$HSPF = \frac{Q_H}{N_H} \quad (D. 0. 4-2)$$

式中 Q_H ——供热期的总制热量 (包括辅助设备制热量), kWh;

N_H ——供热期总输入功率 (包括辅助设备功率), kWh。

3 测试参数

系统用户侧空调期制冷 (供热期制热) 量、机组空调 (供热) 期耗电量、水泵空调 (供热) 期耗电量。

4 测试要求

应采用空调期、供热期全季节记录数据。

D. 0. 5 用户侧水泵输送系数 (WTF_{chw})

1 计算公式

$$WTF_{chw} = \frac{Q}{N_{chp}} \quad (D. 0. 5)$$

式中 Q ——热泵系统累计制冷 (制热) 量, kWh;

N_{chp} ——用户侧水泵的耗电量, kWh。

2 测试参数

热泵系统累计制冷 (制热) 量 (即系统用户侧水泵累计输送的冷 (热) 量)、用户侧水泵累计耗电量。

3 测试要求

应在热泵系统实际运行工况接近机组的额定工况, 系统的负

荷率应达到额定值的 60% 以上时进行测试, 测试时间至少为 4d, 每天记录时间宜为 24h。或者采用夏季、冬季全季节记录数据。

4 测试判定

测试工况下, 用户侧水泵输送系数应符合现行国家标准《空气调节系统经济运行》GB/T 17981 的规定。

D.0.6 低温热源侧水泵输送系数 (WTF_{cw})

1 计算公式

$$WTF_{cw} = \frac{Q_{cw}}{N_{cp}} \quad (D.0.6)$$

式中 Q_{cw} ——热泵系统累计释热(吸热)量, kWh;

N_{cp} ——低温热源侧水泵的耗电量, kWh。

2 测试参数

热泵系统累计释热(吸热)量(即系统低温热源侧水泵累计输送的热量)、低温热源侧水泵累计耗电量。

3 测试要求

应在热泵系统实际运行工况接近机组的额定工况, 系统的负荷率应达到额定值的 60% 以上时进行测试, 测试时间至少为 4d, 每天记录时间宜为 24h。或者采用夏季、冬季全季节记录数据。

4 测试判定

测试工况下, 低温热源侧水泵输送系数应符合现行国家标准《空气调节系统经济运行》GB/T 17981 的规定。

D.0.7 地埋管换热器单位延米换热量 (Q_s)

1 计算公式

$$Q_s = C_p m (t_{fin} - t_{fout}) / L \quad (D.0.7)$$

式中 Q_s ——地埋管换热器单位长度换热量, W/m;

C_p ——地埋管换热器管内流体定压比热, J/(kg·K);

m ——地埋管换热器管内流体质量流量, kg/s;

L ——地埋管换热器长度，m；

t_{fin} 、 t_{fout} ——地埋管换热器进、出口流体温度，K。

2 记录参数

地埋管换热器内流体流量、地埋管换热器进、出口流体温度、地埋管长度。

3 测试要求

应采用热泵系统正常运行达到 90% 以上设计负荷时的数据，测试时间至少为 1h，记录时间间隔不大于 10min。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

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用词：

正面词采用“宜”或“可”，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用词，采用“可”。

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

引用标准名录

- 1 《生活饮用水卫生标准》GB 5749
- 2 《设备及管道绝热效果的测试与评价》GB/T 8174
- 3 《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549
- 4 《工业锅炉经济运行》GB/T 17954
- 5 《空气调节系统经济运行》GB/T 17981
- 6 《水（地）源热泵机组》GB/T 19409
- 7 《空调通风系统清洗规范》GB 19210
- 8 《商业或工业用及类似用途的热泵热水机》GB/T 21362
- 9 《合同能源管理技术通则》GB/T 24915
- 10 《采暖空调系统水质》GB/T 29044
- 11 《水源热泵系统经济运行》GB/T 31512
- 12 《建筑给水排水设计规范》GB 50015
- 13 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 14 《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364
- 15 《空调通风系统运行管理规范》GB 50365
- 16 《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366
- 17 《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495
- 18 《民用建筑节水设计标准》GB 50555
- 19 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
- 20 《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801
- 21 《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177
- 22 《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132
- 23 《中央空调在线物理清洗设备》JG/T 361
- 24 《可再生能源建筑应用工程监测技术标准》DB37/T 2396
- 25 《可再生能源建筑应用工程检测与评价标准》DB37/T 2397
- 26 《低温空气源热泵供暖(空调)系统技术规程》DB37/T 5095

山东省工程建设标准

地源热泵系统运行管理技术规程

Technical specification for operation and management of
ground-source heat pump system

DB37/T 5148—2019

条文说明

编制说明

山东省工程建设标准《地源热泵系统运行管理技术规程》DB37/T 5148—2019，经山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局 2019 年 9 月 17 日以〔2019〕23 号公告批准、发布。

为便于有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

1	总则	39
2	术语	41
3	基本规定	44
4	管理要求	47
4.1	人员要求	47
4.2	运行要求	48
4.3	维护要求	50
4.4	安全要求	50
5	低温热源换热系统运行管理	52
5.1	一般规定	52
5.2	地埋管换热系统	55
5.3	地下水换热系统	56
5.4	地表水换热系统	57
5.5	辅助热源换热系统	58
6	机房内冷热源系统运行管理	60
6.1	环境要求	60
6.2	热泵机组	60
6.3	附属设备	63
6.4	电气设备	65
7	监测与控制系统	67
8	系统经济运行评价	69

1 总 则

1.0.1 制定本规程的宗旨。地源热泵系统是可再生能源建筑应用中一个重要的应用形式，具有良好的节能与环境效益，近年来在国内和我省得到了广泛应用。但是通过大量地源热泵系统能效测评工作总结来看，地源热泵系统运行管理较差，系统工作不正常或者效率低下，影响了地源热泵系统的进一步推广。究其原因，一方面地源热泵系统应用时间较短，缺乏运行管理经验；另一方面地源热泵系统运行效率与季节温度、用户负荷、地源条件等有关，缺少优化调适方法。制定并实施本规程可指导有关单位对地源热泵系统进行科学合理的运行管理，确保地源热泵系统安全可靠运行，更好发挥节能效益和经济效益。

1.0.2 制定本规程的适用范围。地表水包括河流、湖泊、海水、污水或达到国家排放标准的废水等。利用其他低温热源，以水或添加防冻剂的水溶液为传热介质，采用蒸气压缩热泵技术进行供热、空调或加热生活热水的系统，只是在低温热源的类型上与地源热泵不同，因此本规程除地源侧系统运行管理相关条款外，其他条款可参照执行。

1.0.3 地源热泵系统中采用大型机电设备，并使用化学制冷剂，确保设备运行安全、不破坏环境是运行管理的重要任务。建筑能耗占全社会能源消费量的比例已接近 30%，其中供热空调能耗又占建筑能耗的 50% 以上。作为供热、空调或加热生活热水的地源热泵系统应确保节能高效运行，为降低建筑能耗做出贡献。地源热泵系统的运行管理具有较高的技术要求，鼓励利用具有专业技术、专业设备和专业人才的社会服务机构对地源热泵系统进行管理。

1.0.4 地源热泵的运行管理涉及建筑、暖通空调、给水排水、电气、控制等多个专业，相关专业均有相应的标准规范。所以，在执行地源热泵运行管理时，除符合本规程的规定外，也应同时遵守国家和省现行有关标准规范，尤其是其中的强制性条文。

2 术 语

2.0.2 单一低温热源的地源热泵系统会在部分地区的应用上产生较大的局限性，如地埋管地源热泵系统会出现冬季吸热量和夏季释热量不平衡导致土壤温度场改变，地下水地源热泵系统会出现供回水失衡导致地下水水位下降，地表水地源热泵系统会出现地域环境变化导致地表水水环境恶化。将其他低温热源（空气源、太阳能等）结合到地源热泵系统中，弥补了地源热泵系统在部分地区应用上的缺陷，使其优越性能得到了充分发挥。

按低温热源复合连接形式，复合地源热泵系统可分为串联式复合地源热泵系统、并联式复合地源热泵系统和混联式复合地源热泵系统。

2.0.7 合同能源管理是一种新型的市场化节能机制，地源热泵系统运行管理采用的合同能源管理模式，其实质就是以减少的地源热泵系统的运行费用来支付节能服务公司对地源热泵系统运行管理的投入及其合理利润的节能投资方式。合同能源管理依照具体的业务方式，可以分为分享型合同能源管理业务、承诺型合同能源管理业务、能源费用托管型合同能源管理业务。

2.0.8 在线清洗可以在系统不停机正常运行情况下运行清洗，也可以在停机不拆卸管道、设备或元件停止运行情况下就地清洗。化学清洗是通过化学药剂的作用，使被清洗管道、设备或元件中的沉积物溶解、疏松、脱落或剥离的一类方法。物理清洗是利用力学、热学、声学、光学、电学原理，依靠外来能量的作用，如机械摩擦、超声波、高压、冲击、紫外线、蒸汽等除去物体表面污垢的一类方法。

2.0.9 我国工程建设体制主要是以施工安装单位为主，负责地

源热泵系统的调试。根据国家相关施工验收规范的要求，竣工阶段的地源热泵系统调试主要是无负荷静态过程的调试，以保证地源热泵系统质量为主。系统调试应包括下列项目：

- 1 设备单机试运转及调试；
- 2 系统无生产负荷下的联合试运转及调试。

这个阶段的调试工作是对设备和系统预设功能的测试，不能保证地源热泵系统的实际性能能够适应建筑物的使用情况。

2.0.10 我国工程建设体制是由设计单位设计、建设单位订货、施工单位安装等多方构成，在暖通空调、给水排水、电气、控制专业结合的分界面上经常出现脱节、管理混乱、联合调试相互扯皮，调试困难的现象；地源热泵系统复杂，子系统之间关联性较强，地源热泵系统精细化调试的要求，传统的调试体系已不能满足建筑动态负荷变化和实际使用功能的要求。

传统的地源热泵系统调试过程在竣工之后就结束，联合试运转及调试是在系统无生产负荷下进行。对于民用建筑而言，此时由于无人入住，系统缺乏人员、设备负荷及部分灯光负荷，是在没有进行人员入住情况下的系统联合调试。而系统综合效能调适增加了在人员入住后阶段的调适工作，主要目的是确保地源热泵系统性能与建筑物使用相“适应”。因此，为了确保系统能够达到设计和用户的使用要求，必须建立新的具有针对性的综合效能调适体系，使得系统满足各种实际运行工况。

“综合效能调适”与“调试”之间的区别：第一，阶段不同：“调试”是在竣工阶段进行；“综合效能调适”是在竣工阶段后交付前，以及系统运行前期进行。第二，侧重点不同：“调试”是保证工程施工质量为主；“综合效能调适”是确保系统实现不同负荷运行和用户实际使用功能的要求。第三，内容不同：“调试”主要是系统施工过程的检测，调整和平衡；“综合效能调适”是

系统的调试性能验证，联合系统工况调试验收，还包括交付过程中的物业移交培训以及季节性验证过程调适。

2.0.13 地源热泵系统能效测评包括形式检查、性能检测和能效评估。形式检查是对地源热泵系统的设备产品质量、施工安装质量、运行调试记录等是否符合立项、设计、招标、施工、验收等文件的复核性审查，确保系统的建设满足要求。性能检测是对地源热泵系统的实际运行参数进行长期测试或者典型工况的短期测试，分析系统实际运行性能评价指标，判定系统所处等级。能效评估是以地源热泵系统实际运行测试数据为基础，通过科学的评估方法，计算得出地源热泵系统的节能效益、经济效益和环境效益。

3 基本规定

3.0.1 地源热泵系统管理模式有建设单位自有运行管理团队的自管模式、建设单位聘请专业运行管理团队的代管模式、建设单位委托社会服务机构的托管模式。地源热泵技术含量较高，涉及面广，条件适宜时可以选择专业服务机构的合同能源管理托管模式，实现地源热泵系统的节能运行。

3.0.2 地源热泵系统投入后正常运行需要较长时间，而且随着系统长年运行，机电设备逐渐磨损。因此，建设单位和运行管理单位与系统供应商及施工安装单位签订的合同中应重视售后服务的内容。一是明确和提供实时监控服务、维护保养服务、人员培训及配件供应等售后服务内容和期限；二是要求提供系统运行记录数据分析，并根据实际运行情况对系统进行持续调试服务。

地源热泵系统的建设是一项系统工程，现阶段仍需要多家设备供应商及施工安装单位，在系统投入使用后，由于各种原因存在无法进行系统的持续服务的情况。因此，对规模较大、组成较复杂的地源热泵系统，运行管理单位应委托具有能效测评、系统测试资质的机构，定期对地源热泵系统进行全面综合效能调适和能效测评，分析诊断地源热泵系统的运行状况，提供持续改进的建议等。

3.0.3 很多地源热泵系统改造项目签订的合同中，没有具体对实施结果和有效期限予以量化约束，致使一些系统改造项目没有达到预期目的。本条提出在系统改造项目合同中，对改造项目应进行量化控制，明确保证实施效果和有效期限，实事求是进行结果验收，明确责任。宜委托具备相应能力的第三方机构对改造项目进行能效测评，确保合同执行。

3.0.4 运行管理单位对系统的接管是基础工作和前提条件，也是系统运行管理工作正式开始的首要环节。运行管理单位应与系统建设单位根据住房城乡建设部印发的《物业承接查验办法》（建房〔2010〕165号），联合制定地源热泵系统接管流程，并按照接管流程对地源热泵系统进行接管工作。

接管工作中，运行管理单位对建设单位移交的资料进行清点和核查，重点核查设备出厂、安装、试验和运行的合格证明文件；应当综合运用核对、观察、使用、检测和试验等方法，重点查验地源热泵系统设备的配置标准、外观质量和使用功能；应编制地源热泵系统现场查验记录和交接记录。

3.0.5 地源热泵系统的运行管理需要现代化、专业化的管理模式，运行管理单位应参照 ISO 9001、ISO 14001、ISO 18001 等先进的国际标准管理体系建立健全自身的管理工作制度，以保证地源热泵系统的运行达到节约能源、保护环境、降低运行成本的目标。

管理制度应包括岗位责任制度、考核奖惩制度、节能管理制度、安全生产制度、运行值班制度、交班接班制度、巡回检查制度、事故应急预案、机房管理制度、计量收费制度和档案管理制度等。制度的合理性和可行性需要日常管理工作的检验，应及时总结运行管理工作中经验教训，持续完善建立起来的管理工作制度。

3.0.6 运行管理单位的运行操作规程是系统运行管理人员操作、维护、保养等工作的规范性技术文件，运行管理单位应根据自身的系统类型、系统规模、系统使用工况等特征，制定完善系统的运行操作规程和维护保养规程。

运行操作规程应包括设备操作规程、运行调节预案、故障诊断处理办法、维护保养规程等。由于建筑使用功能的变化、设计

条件与实际不符等多种原因，应及时总结系统运行操作与调节等工作中的经验教训，不断的对运行策略进行调整优化。

3.0.8 建设技术文件是技术管理、责任分析、管理评定的重要依据。由于传统的工程建设体制限制，运行管理单位没有参与地源热泵系统的建设工作，如果建设技术文件缺失就会造成运行管理单位无法从技术资料中获得相关建设原始信息，以帮助解决运行过程中可能发生的问题。

地源热泵系统建设各方可按照附录 A 的要求整理相关技术文件，最后由系统建设单位汇总各方的建设技术文件，在系统接管验收过程中移交给运行管理单位。系统运行管理单位应清点建设技术文件，核查建设技术文件是否齐全完整、真实准确，联合系统建设各方对缺失和无效的建设技术文件进行重新编制。

3.0.9 运行管理规章制度需要通过相应的实施记录来执行和落实，定时、定人、准确、详细的填写实施记录是保证规章制度实施效果的重要手段，是了解系统状况、进行系统诊断、分析，采取技术措施、分析责任、管理评定的重要依据。运行管理单位应重视实施记录的编制、填写、审核和存档工作。实施记录包括运行管理记录和维护保养记录，实施记录可按照附录 B 制定。

3.0.10 本条强调原始记录的重要性并提出要求。采用计算机数据监测系统进行信息化运行管理时，往往不重视信息化数据的整理存档，以致数据丢失。因此，要求运行管理单位定期备份原始运行数据记录或打印汇总表存档，保证数据安全。

3.0.11 本条强调变更文件的重要性并提出要求。地源热泵系统运行管理的持续改进是一项循序渐进的工作，其中一些技术变更可能较小，忽视了技术文件的变更和整理存档，以致相关技术文件逐渐失去适用性。因此，要求运行管理单位及时将技术变更文件纳入技术资料管理。

4 管理要求

4.1 人员要求

4.1.1 我国工程建设体制造成地源热泵系统建设管理和运行管理顺序独立开展，运行管理单位不参与竣工验收阶段的系统调试等环节工作，不能通过现场实操的系统调试工作全面了解各设备单机及系统的安装施工、运行功能和调试方法。虽然地源热泵系统建设完成后，建设部门向运行管理单位移交包括设备单机试运转记录、系统联合运转与调试记录、系统竣工图纸等技术资料，但是由于建筑装修、系统连接、入住使用等情况限制，运行管理单位只通过纸面的技术资料，已很难掌握系统实际安装情况，以及系统运行功能和调试方法等运行管理基本知识。

4.1.2 通过近几年我省的地源热泵系统能效测评工作，发现地源热泵系统的运行管理普遍缺少专职和专业人员，现有运行管理人员缺乏专业知识，也没有配置运行管理中用到的设备仪表，等等。这些导致系统运行水平低、系统能耗高、发生问题不能及时解决、系统和设备的使用寿命大打折扣。因此，运行管理单位应配置合适的人员和班组，这是保障系统正常运行的首要工作。

4.1.3 由于现阶段运行管理人员的专业知识和能力不能完全满足安全、高效、节能、环保的运行管理要求。因此，建设主管部门和运行管理单位应加强地源热泵系统运行管理人员的上岗培训，并建立健全运行管理人员的培训、考核档案。上岗培训内容应包括地源热泵、暖通空调、建筑节能和自动化管理知识，安全生产和安全管理教育，系统和设备操作维护培训等。

4.1.4 运行管理人员应在全面了解的基础上，进一步提高自身

职业素质。本着安全环保、节能高效、实事求是、责任明确的原则，开展地源热泵系统的运行管理工作，并将系统的运行状况对用户和有关部门公示。运行管理人员应遵守人员岗位职责，认真总结地源热泵系统运行经验，提出合理化建议，提高运行管理水平。地源热泵系统运行管理人员的岗位职责可按照附录 C 制定。

4.2 运行要求

4.2.1 本条规定了地源热泵系统带负荷的综合效能调适内容，并强调了系统联合工况运转的制热、制冷和制生活热水不同使用工况的调适要求。

现场检查阶段核实现场安装设备是否与设计相符，以及检查系统运行和维护情况，主要机电设备应全数检查，其余末端设备可以参照 GB50411 中规定或根据委托方的要求按比例抽检。平衡调试验证阶段进行空调风系统与水系统平衡验证，应明确给出各风口的设计风量及末端设备的设计值，平衡合格标准参照相应规范规定。设备性能测试及自控功能验证阶段对主要设备进行实际性能测试，自控功能验证包括点对点验证、控制逻辑验证及软件功能验证。系统联合运转和综合效果验收阶段对系统的施工质量、设备性能、自控功能及系统间相互配合进行调试，以检验是否满足设计和实际使用要求。

系统综合效能调适报告应包含施工质量检查报告、风系统和水系统平衡验证报告、自控验证报告、系统联合运行报告、综合效能调适过程中发现的问题日志及解决方案。

4.2.2 季节性开机是指系统在过渡季节停运后重新投入使用。季节性开机前准备工作主要包括下列内容：

1 检查地源热泵系统配电系统性能是否良好，特别是电气安全保护装置；

2 检查电机旋转方向是否正确，各继电器整定值是否在说明书规定范围之内；

3 检查机组内制冷剂是否达到规定的液面要求，是否有泄漏情况；

4 检查阀门、循环水泵、定压补水装置、软化水处理装置等辅助设备，以及管路是否有异常情况；

5 检查机组和水系统中的所有阀门是否操作灵活，无泄漏或卡死情况。各阀门的开关位置是否符合系统运行要求。

6 检查机外设置的水路切换系统的换向阀是否切换到位。

4.2.3 为保证地源热泵系统热泵机组的运行安全，地源热泵系统开机时应先开启水系统后开启主机，系统关机时应先关闭主机后关闭水系统。同时在开启水系统时，冬季制热工况应先开启用户侧循环水泵后开启地源侧循环水泵，夏季制冷工况应先开启地源侧循环水泵后开启用户侧循环水泵。

4.2.4 地源热泵系统是一项节约能源的可再生能源建筑应用技术，但系统设备的节能运行管理往往被忽视，造成节能设备不节能的尴尬局面。因此，本条强调系统的运行管理应严格执行系统设计的节能运行策略和模式，并遵守相关节能管理制度，优先采用低成本运行技术。

目前，根据经济技术条件设计的地源热泵系统的种类和形式越来越多，除常规地源热泵系统之外，一是复合热源的地源热泵系统，二是深层地热利用和温湿独立处理方案中的地热直供系统，这些系统的设计都制订了详细的节能运行策略和控制模式，因此在系统运行管理时应严格落实执行。

低成本运行技术在运行过程中实用性较好，能够付出少的代价，发挥有效的作用，是地源热泵系统运行管理技术中的重要内容。运行管理单位应根据气候状况、系统负荷和建筑热惰性，结

合地源热泵系统特征，从系统监测数据收集及分析、运行优化策略及设备使用时间、暖通空调系统节能、室内室外环境管理、用户服务与管理等方面实施低成本运行技术。

4.2.5 地源热泵系统的运行管理记录应定时、定点、定人，并做好原始记录。原始记录应填写详细、准确、清楚，并符合相关规章制度的要求。采用计算机数据监测系统进行信息化运行管理时，应定期巡视检查数据监测系统，保证数据监测的可靠性和准确性，对监测数据可用定期打印汇总报表和数据数字化储存的方式记录并保存运行原始资料。

4.3 维护要求

4.3.3 维修或更新是一项系统工程，制定维修计划时应合理安排维修时间、人员、器材、工具、维修设备、设施、技术资料和资金，保障维修工作的质量、缩短维修时间、减少维修材料浪费，必要时可委托专业的维修团队。

4.4 安全要求

4.4.1 安全生产是地源热泵系统运行管理工作中的重要事项。运行管理单位应制定详细计划，对系统运行管理和维护保养进行安全检查，定期组织设备安全操作、事故应急处理的随机演练，强化安全生产意识，严格遵守安全生产制度。系统运行管理过程中，一旦发生突发事件，能确保将损失减少到最低限度。

4.4.2 地源热泵系统运行过程中产生的废气、废油、污物、废工质和污水，可能造成多种有机和无机的化学污染，噪声、温室气体和电磁辐射等物理污染，以及病原体等生物污染。为此需要通过合理的技术措施和排放管理手段，杜绝地源热泵系统运行过程中污染物的不达标排放。污染物的排放应符合现行标准《大气

《污染物综合排放标准》GB 16297、《污水综合排放标准》GB 8978、《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962—2015、《社会生活环境噪声排放标准》GB 22337、《制冷空调设备和系统减少卤代制冷剂排放规范》GB/T 26205 等的规定。废油、污物、废工质应与具备相应能力的专业处理单位订立合同，定期、定时收集处理。

4.4.3 地源热泵系统各组成设备的安全保护装置是系统安全可靠运行的前提，同时供电系统的正常运行也是系统安全运行的重要内容。因此，运行管理人员应按照巡回检查制度对各安全保护装置，以及各设备的运行电流进行检查，特别是地下水换热系统和开式地表水换热系统的水泵易因水源侧进出口堵塞造成运行电流过载。

4.4.4 地源热泵系统的地热能换热器，以及复合地源热泵系统的低温热源换热器，一般都位于建筑物外部，应加强室外换热器等设备的安全保护。一是注意换热器场地周边的施工建设的现场保护；二是设置水产、航运、采矿等生产作业的警示标志；三是做好大风、雷电、冰雹、台风等恶劣天气的防御工程，避免对地埋管、地下水井、地表水取水口或换热管、太阳能集热管、冷却塔等低温热源应用设备的损坏。

5 低温热源换热系统运行管理

5.1 一般规定

5.1.1 连续防冲洗装置可以有效防止低温热源换热系统的管路堵塞，因此应定期对连续反冲洗装置的过滤器、电机、轴承、滤网、压差控制器等关键部件进行检查，保证连续反冲洗装置正常运行。同时定期检查手动排污阀或电动排污阀的密封情况，发现密封不好或阀体渗水，应进行维修或更换。

5.1.3 低温热源换热系统应用设备包括地埋管、地下水井、地表水取水口或换热管。国内研究表明：其布置区域过高的冬季温降和夏季温升，一是会影响地源热泵系统的稳定运行，造成低温热源换热系统的换热量降低，进而导致热泵机组制冷（制热）性能系数下降，一般情况下土壤温度每升高或降低 1°C ，获取同样冷量或热量时系统能耗增加 $3\%\sim 4\%$ 。二是会影响布置区域的生态环境，产生土壤和水体的热污染，造成土壤生态系统的破坏，以及水体水质的恶化，另外地表水体中藻类的繁殖也会对系统的运行带来困难。因此当低温热源应用设备布置区域的冬季温降和夏季温升超过一定范围时（通常与初始温度相比不宜超过 2°C ），可采用地源热泵系统间歇运行，或者使用太阳能集热器、空气源换热装置和热水锅炉等辅助热源系统。

5.1.4 闭式的低温热源换热系统包括地埋管换热系统和闭式地表水换热系统，其换热器都布置于土壤中或水体中，长时间的运行会因地质变化和气候变化等造成损伤或产生泄漏。为保证系统的安全性和可靠性，应定期检查自动补水（或充液）及泄漏报警装置是否正常工作，若发生泄漏报警后，应及时采取逐级排查的

方式查找泄漏点，根据泄漏点的特征进行修复或更换该区域的换热器。对于有可能发生土壤和水体冻结的地区，应定期检查防冻保护装置，有必要时应及时添加防冻剂，避免换热器被冻裂损坏。

添加防冻剂后的水溶液的冰点应按当地勘察数据计算确定。可选的防冻剂有，盐类：氯化钙和氯化钠；乙二醇：乙烯基乙二醇和丙烷基乙二醇；钾盐溶液：醋酸钾和碳酸钾。

5.1.5 开式的低温热源换热系统包括地下水换热系统和开式地表水换热系统，其直接从地下水井或地表水体中取水，长时间的运行会有大量漂浮物、颗粒物或泥沙沉淀造成取水头部的堵塞，运行管理人员应加强对取水头部、天然滤床、取水构筑物的监测和检查，发现水量减少或水质变差时应及时查找原因，必要时应进行清淤工作。

地下水井或地表水体水位变化直接关系到地源热泵系统的正常运行，运行管理人员应实时监测水位变化情况，掌握水位变化规律。当发生水位下降到取水量不能满足热泵机组最低流量要求时，应根据项目实际情况采取及时有效的补救措施保证系统正常运行或者停机等。

5.1.6 本条给出了低温热源换热系统的热平衡运行方案制定原则、方法及热平衡判定规则。热平衡运行方案应根据供热、空调或加热生活热水的负荷特征、各低温热源换热系统规模，确定各低温热源换热系统运行切换参数，科学调配地埋管换热系统、地下水换热系统、地表水换热系统与空气源换热系统、太阳能换热系统、热水锅炉换热系统等换热系统的运行时间，保证年度周期内低温热源换热系统运行热平衡，同时应兼顾各低温热源换热系统工作工况下热泵机组制冷（制热）性能系数，实现系统年度周期运行节能目标。

热平衡运行方案中应根据不同低温热源换热系统的应用特点，合理确定运行的切换参数和切换时间，提高地源热泵系统的运行效率。埋管、地下水和地表水低温热源换热系统运行工况下的热泵机组制冷（制热）性能系数几乎不受室外气候条件的影响，而空气源换热系统、太阳能集热换热系统运行工况受室外空气温湿度、太阳能辐照量的影响较大，因此应在充分利用埋管、地下水和地表水低温热源换热系统的前提下，合理安排空气源换热系统、太阳能集热换热系统运行。例如：如果室外空气温度适宜或太阳辐照度较高（一般太阳辐照度达到 $600\text{W}/\text{m}^2$ 时，即可使用直膨式太阳能换热系统的热泵运行模式）的情况下，可优先运行空气源换热系统、太阳能集热换热系统。

国内外研究表明，太阳能（空气源或热水锅炉）——地源热泵复合系统供暖运行时，应以热泵系统蒸发器进口水温作为切换参数；冷却塔——地源热泵复合系统空调运行时，应以冷凝器出口水温与室外湿球温度的差值作为切换参数。

根据目前的理论和实践研究表明，一个年度运行周期内，低温热源换热系统的总吸热量与总释热量差异在 10% 以内时，岩土体、地下水、地表水低温热源的温度基本不发生变化，此时认为不存在热平衡问题，地源热泵系统可长期高效稳定的运行；在 20% 以内时，由于岩土体、地下水、地表水本身具有一定的热扩散能力和蓄热能力，热量不平衡对热泵的运行影响不大，不需要采取热平衡措施。

另外，地下水换热系统和开式地表水换热系统是直接抽取一定水量的地下水或地表水到远离水源地的机房内进行换热，并将抽取的地下水或地表水排回到水源地，表面上使用的是水量，但是本条统一称为“热平衡运行方案”。

5.1.8 近几年，一方面随着我国建筑围护结构节能工作的持续

加大，建筑物的冷热负荷持续降低。另一方面随着暖通空调设备的不断创新，热湿独立处理、毛细管网辐射等技术的研发改进，给高温冷水和低温热水在空调和供暖方面提供了应用方式。国内研究表明，采用热湿独立处理和毛细管网辐射等技术的高温冷水应用温度一般在 $16\sim 18^{\circ}\text{C}$ ，低温热水应用温度一般在 $28\sim 32^{\circ}\text{C}$ 。因此，应用新技术、新产品的暖通空调系统，当建筑物冷热负荷需求较低且低温热源供水温度满足暖通空调设备运行要求，可采用低温热源直接供暖空调时，应制定科学合理的运行方案，使地源热泵系统（特别是中深层地埋管和地下水地源热泵系统）发挥出更大的节能效益和经济效益。

5.2 地埋管换热系统

5.2.1 地埋管区域土壤温度的变化是地埋管热泵系统长期运行时是否满足吸热和释热平衡的一个重要指标，它可以直观反映系统在一个运行周期结束时地下土壤温度相对与土壤初始温度的变化。因此，运行管理人员应结合地埋管区域土壤温度的监测数据，对土壤热平衡方案进行调整帮助运行管理人员优化下一个运行周期的运行方案。

5.2.2 地埋管换热系统部分负荷运行时，只需要部分地埋管换热器既可满足系统运行要求。分时分区切换使用地埋管换热器，并优先切换使用具有更多更广热量传递土壤的外围地埋管换热器，一方面可使地埋管区域的土壤温度整体平衡，防止局部土壤温度过热，另一方面可以给土壤温度一定的恢复期，有利于增强地埋管的换热效果。另外，有全年生活热水需求时，在过渡季节仅需要使用部分地埋管作为热源，此时也应分时分区切换使用地埋管换热器。

国内研究表明，在部分负荷和低负荷运行工况下，地源热泵

系统的地理管群采用分区运行控制模式的节能率能达到 20%以上，高于地源侧循环水泵变流量运行控制模式（水泵变频运行模式节能率在 10%以上）。

5.3 地下水换热系统

5.3.1 可靠的回灌技术方案是指将地下水通过回灌井全部送回原来的取水层的措施，地源热泵系统管理人员在执行回灌技术方案时，结合地下水水位和水质的监测数据，合理切换选择重力回灌、压力回灌和真空回灌的运行方式。同层回灌、持续回灌、不污染水质、100%回灌是应用地下水地源热泵系统的根本要求，而且热源井只能用于置换地下热量或冷量，不得用于取水等其他用途。

重力回灌又称无压自流回灌，即依靠井中回灌水位和静水位之差进行回灌地下水，适用于低水位和渗透性良好的含水层。压力回灌是通过提高回灌水压的方法将热泵系统用后的地下水灌回含水层内，适用于高水位或低渗透含水层。真空回灌又称负压回灌，适用于地下水位埋深较深、含水层渗透性较好的地下含水层，适宜老井和深井。

5.3.3 在国内的地下水地源热泵系统实际使用过程中，由于水文地质条件及成井工艺的问题，回灌堵塞问题时有发生。回灌井堵塞的主要原因是悬浮物堵塞、微生物的生长、化学沉淀、气泡阻塞、黏粒膨胀和扩散、含水层细颗粒重组。因此，为避免造成回灌水无法回灌而直接地表排放的现象出现，应采取相应的措施防止回灌井堵塞，保证水源井的正常使用，延长地下水地源热泵系统的使用寿命。

为预防和处理管井堵塞，一般采用回扬的方法，即在回灌井中抽排水井中的堵塞物。回灌井回扬次数和回扬持续时间应根据

含水层粒径大小和渗透性，并结合日常使用实际情况调整，回扬持续时间应以浑水出光，见到清水为止。

回灌井堵塞是大多数地下水源热泵都会出现的问题。回灌水在物理、化学作用条件下会产生悬浮物、结垢和沉淀物。微生物可能在适宜的条件下在回灌井周围迅速繁殖形成生物膜，悬浮物、结垢、沉淀物和生物膜的形成将使得回灌井回灌量衰减。为避免回灌井堵塞，须对回灌水进行预处理，减少回灌水中悬浮物的含量，防止悬浮物阻塞回灌井；抽水井和回灌井均须设置排气设置，防止氧气和水井内存在的低价铁离子反应形成氧化物和气体黏合物；加大回灌井管道与井孔间填充滤料的粒径使其回灌通道更顺畅，避免引起回灌井堵塞；另外，去除回灌水水中的有机质或者进行预消毒杀死微生物，防止生物膜的形成。

抽水井与回灌井交替使用，在满足热泵系统用水量的前提下，其他热源井都可用作回灌井。抽水井与回灌井换用可防止回灌井堵塞，但是回灌井用作抽水井的频率不宜太高，防止含水层细颗粒重组。

5.4 地表水换热系统

5.4.2 地表水地源热泵系统排放水按照设计要求，不会造成水质的污染，但不排除机组制冷剂泄漏或其它液体泄漏造成水体污染，因此，运行管理人员应对排放水水质进行化验，如发现水质被污染，应立即停机检修。

5.4.3 城市污水、海水水质极不理想，特别是污水含有大型污物及小尺度悬浮固体和溶解性化合物，会堵塞换热管路和设备，并对流动换热造成影响，以及导致换热器管内结垢。

因此污水、海水换热器应留有清洗开口或拆卸端头，以便于清洗维护。目前，国内外比较成熟的清洗技术有海绵球清洗系

统、毛刷自动清洗系统，以及高速水流反冲洗技术。高速水流反冲洗技术的反冲洗流速为设计流速的 2~3 倍，反冲压力为设计水头损失的 4 倍以上，每次反冲洗时间 10min 左右，反冲洗周期为 1~3 月/次。另外，国内外已将流化床换热技术应用到污水、海水源换热系统的防垢和除垢，不仅可有效解决结构问题，还可以强化换热效果。

5.4.4 从技术经济角度综合比较，污水换热系统的换热器应根据污水水质及其腐蚀性，选用相应的防腐材料与涂层。污水腐蚀性较强时，在运行经济成本运行条件下，可选用适当的缓蚀剂，减缓设备与材料的腐蚀。

5.5 辅助热源换热系统

5.5.1 全玻璃真空管太阳能集热器在初次运行和长时间不使用时，全玻璃真空管内会因为空晒而达到 200℃ 左右的高温，即使在太阳能集热器内的水因停电等故障 4h 以上不循环时，全玻璃真空管内也会因为闷晒而达到 90℃ 以上的高温。因此，在太阳能集热器空晒、闷晒而造成全玻璃真空管内高温时，严禁向太阳能集热器内充注或循环冷水，防止全玻璃真空管炸管破裂。如遇上述情况，应在无太阳光照 2 小时后，或在早上太阳光照之前充注或循环冷水。另外，太阳能集热系统运行管理的另一个重要问题是系统的防冻问题，在冬季全玻璃真空管正常运行时，如果遇到持续低温暴雪极端天气，应加强太阳能集热器防冻运行管理，采用循环防冻和电伴热带防冻的双重防冻措施。

从我省大量的可再生能源建筑应用工程形式检查和能效测评来看，太阳能集热器表面的清理维护工作往往被忽视，太阳能集热器表面积灰、涂料污染、集热器渗漏等现象十分普遍，一方面严重影响太阳能集热器的透射率，减少了有效采光面积，另一方

面严重影响集热器的安全运行。因此，运行管理人员应定期（根据当地天气情况，推荐半年或者一年）清扫或者冲洗集热器表面的灰尘和污物，擦洗时可先用肥皂水或洗衣粉水擦洗太阳能集热器表面，然后用清水冲刷太阳能集热器表面。定期检查太阳能集热器的接口和部件的渗漏情况，及时更换密封胶点和密封胶圈等部件。

太阳能集热器绝大多时间都是在高温情况下运行，太阳能集热系统管路上的安全阀、止回阀和自动排气阀是保证正常运行的关键部件，运行管理人员应加强对安全阀、止回阀和自动排气阀的检查，避免因阀件动作失灵而造成太阳能集热器内部过热、倒空和集气，进而影响到太阳能集热系统的正常安全运行。

5.5.2 冷却塔是常用的空气源换热装置，冷却塔应通过控制冷却水的流量和冷却塔风机的运行与热泵机组的运行负荷相适应。同时，为保证冷却塔高效运行，冷却塔风机宜采用变风量调节，并应定期监测冷却塔的出水温度，使其符合设计值，条件允许时宜通过调整运转的风机台数来适当降低冷却塔的出水温度到室外空气湿球温度。

为保证冷却塔正常运行，第一应做好冷却塔表面清洁，防止堵塞冷却塔内部的空气流道；第二应做好冷却水系统的过滤、缓蚀、阻垢、杀菌和灭藻等水处理，保证冷却塔水流道的畅通；第三应注意保持冷却塔周围的通风良好，当冷却塔周边环境发生变化时（如加广告牌等），进风不应有遮挡。

6 机房内冷热源系统运行管理

6.1 环境要求

6.1.6 通过近几年我省的地源热泵系统能效测评工作，发现机房内工作环境较差，特别是机房内附设值班室时，机房内的温度、相对湿度、噪声等环境十分不理想。为保护地源热泵系统运行管理人员的身体健康，本条参考现行国家标准《工作场所有害因素职业接触限值——第2部分：物理因素》GBZ 2.2的规定，结合部分机房内环境参数的测试数据，制定了机房内高温作业职业接触限值 WBGT 不应大于 33°C ，噪声职业接触限值不应大于 85dB (A) 。如果机房内实测数据高于接触限值时，应采取相应措施满足本条要求。

6.2 热泵机组

6.2.2 热泵机组的主要运行参数首先应符合设计文件和设备说明书的规定。同时进入水源热泵机组的低温热源的水温，制热工况时不宜低于 8°C ，不应低于 4°C ；制冷工况时不宜高于 25°C ，不应高于 33°C ；低温热源供回水温差不宜小于 5°C ，热水供回水温差不应小于设计工况的 80% ，冷水供回水温差不应小于 4°C 。制热工况时低于 4°C 或制冷工况时高于 33°C ，不仅热泵机组性能系数十分低，没有节能效益，而且会造成热泵机组蒸发压力过低或冷凝压力过高，影响热泵机组安全运行。如果当低温换热系统供水温度不能满足热泵机组运行要求时，应使用辅助热源（或冷却塔）换热系统。

6.2.3 地源热泵系统制热时，降低热水出口设置温度，可以降低

低冷媒饱和冷凝温度，提高机组制热量，提高机组效率，减少机组能耗；制冷时，提高冷水出口设置温度，可以提高冷媒饱和蒸发温度，提高机组效率，提高机组制冷量，减少机组能耗。不光是部分负荷运行工况，热泵系统在运行一段时间后，如发现末端设备有一定余量，均可实施此调整。

需要注意的是此条需要结合当时负荷情况，如负荷减少主要是由于室外环境因素，可适当调整设定水温，提高主机运行能效；但是如果是室内使用率的因素，而此时室外环境和室内使用区域处于设计工况点，应谨慎调整温度，并及时记录，做好总结。

6.2.4 地源热泵的运行能耗应站在系统能耗（包括对应水泵）的角度考虑，应使投入运行的设备数量最少，且应考虑设备轮换和设备机械寿命的消耗问题。一般可设置机房群控系统来综合考虑各种因素，机房群控系统的预设逻辑和控制参数应在运行调节过程中根据时间调节。没有机房群控系统，运行管理人员应结合热平衡运行方案，根据室外环境参数、室内使用情况、机组实际负荷及时调整开机数量。

热泵机组不可避免会处于小负荷运行工况，但是小负荷运行会造成系统整体效率低下，这时通常采用多机组或多压缩机机组，通过调节机组或压缩机的开启台数来满足建筑供暖空调负荷需求的变化。但在建筑供暖空调负荷小于单台压缩机 50% 以下时，压缩机在停机和满负荷出力之间频繁间歇运行，在压缩机启动过程中会造成很多的能源消耗。因此国内研究表明，此时通过日常管理经验和理论模拟分析，可以将压缩机的最大出力负荷适当降低（一般在 60%~80%），延长压缩机每次工作时间，避免压缩机频繁启停，进而进一步减低热泵机组运行能耗。

6.2.5 蒸发器和冷凝器的换热热阻主要是在水侧，为了保证良

好的换热效果，需要定期清洗热泵机组蒸发器和冷凝器，除去水侧污垢，减少水侧换热热阻，提高换热效率，特别是水质较差的地区，需要加强水处理设备的运行维护管理，并加强对换热设备换热效率的检查。一般热泵机组可以根据换热器进出水温度，对应的冷媒饱和压力和冷媒压力判断换热温差是否加大到需要清洗的程度，所以应按照附录 B 做好运行记录对保持机组的长期安全稳定运行十分关键。

冷冻油和油过滤器，对于使用率高的常规热泵机组一年或两年一换，冬季也运行的热泵机组，一般情况下一年一换。当然，也要根据具体机组的年实际运行时间而定，一般可由厂家或第三方机构提供油质分析报告确定是否更换。

热泵机组的节流元件或装置有热力膨胀阀、电子膨胀阀、节流孔板、浮球阀等，不同厂家可能采用不同的节流方式，需要根据现场设备的操作维护手册检查，调整，检修或更换。

6.2.6 在线清洗系统定期冲刷换热器铜管内壁，避免水垢沉积在铜管内侧，加大换热热阻。其工作有效性可参考热泵机组运行记录中的进出水温度，对应冷媒饱和温度和压力。

如为胶球清洗方式，应定期检查在线清洗设备的胶球收球器和发球器是否处于正常工作状态，防止胶球收球率达不到运行要求，造成系统循环水量下降的现象。在冬季可能造成设备低温报警或冰堵损坏，在夏季造成设备超温超压。并需要定期检查收球数量，判断堵塞管数，并测量球径，即时更换。

如为管刷清洗方式，应根据预定的时间表定期检查管刷磨损情况，在适当的时机更换管刷。在实际运行中，可在厂家推荐时间基础上，适当调整冲洗的间隔时间，结合热泵机组运行参数（主要是换热器进出水温度 and 对应冷媒饱和温度和压力）变化规律，找出最经济的间隔时间。

6.3 附属设备

6.3.1 通过近几年我省的地源热泵系统能效测评工作，发现水泵作为长期运行的设备，其运行能耗不容忽视，通常占到系统能耗的 30%~40%。目前水泵的运行普遍存在大流量小温差的现象，致使水泵的实际运行偏离高效区，增加水泵运行能耗的同时，还不能满足系统的运行要求。在保证水泵工作在高效区内的同时，采用下列措施能够进一步降低水泵的运行能耗：

1 采用高效电机驱动水泵运行，例如将 11kW 水泵的电机效率从 87.5% 提高到 92%，可节约 5% 的能耗，降低峰值功率 0.85kW，而回收期仅为 2 年；

2 采用“一对一”运行模式，实现水泵的运行台数与热泵机组运行台数一致，避免水泵多余开启运行，形成地源热泵系统“大流量小温差”运行，造成水泵不必要的能耗。另外，平衡各水泵累计运行时间，在保证设备使用寿命的同时可以防止水泵效率的快速衰减；

3 采用电机变频技术，通过降低水泵的运行频率，来实现水泵的高效运转。地源热泵系统水泵的变频调节应与热泵机组的能量调节或变频调节相一致，变频调节应在 50%~100% 范围内。当有多台水泵时，变频调节的频率应相同，且能独立变频调节。避免水泵并联运行出力不平衡，反而降低了水泵运行效率；

4 低温热源换热系统的水泵应采用与热泵机组联动运行的控制方式，当热泵机组间歇运行时，热泵机组停机后延迟停止水泵，热泵机组重启前提前启动水泵（延迟和提前的时间通常为 5min），避免“停机不停泵”造成低温热源换热系统水泵运行能耗的浪费。

6.3.3 防止在切换过程中，由于空调末端与地理管水系统串水，

造成地埋管承压过大，从而损坏地埋管。

6.3.4 在我省的地源热泵系统能效测评工作过程中发现，当通过调节热泵机组的开启台数和顺序，来适应建筑物负荷变化，达到热泵系统节能运行的目的时，测试系统的运行参数往往偏离设计工况，无法真正实现热泵机组和水泵的“一对一”运行模式。

造成这种现象的根本原因是多台热泵机组运行时，后投入或先撤出运行的热泵机组，其用户侧管路和低温热源侧管路进出热泵机组的阀门没有与热泵机组的启停相联动开启或关闭。当先撤出运行的热泵机组停机时，其水管路阀门没有延时自动或手动关闭，用户侧和低温热源侧水流在停机的热泵机组处旁通，造成热泵机组和系统运行参数偏离设计工况，导致系统能耗的增加。其原因，一是热泵机组运行偏离设计工况，用户侧进入运行机组的流量偏低，机组启停频繁，增加了机组启动功耗并影响机组寿命；二是水泵运行偏离设计工况，循环总流量增大，水泵处在非高效区运行，功耗增加；三是低温热源侧进入运行机组流量也偏低，换热温差增大，增加了机组运行功耗。

因此，应重视多台热泵机组的运行管理，避免出现后投入或先撤出运行的热泵机组水管路上阀门的开启或关闭没有与热泵机组的启停相联动，影响地源热泵系统的安全和节能运行。

6.3.6 膨胀罐、泄压阀工作正常是生活热水系统安全运行的基本保证。压力表应正常显示，安全阀的动作压力应与符合系统的工作压力相匹配。当发现安全阀的动作压力设定值不合理或补水故障时，应及时调整。补水量异常时，应及时查找原因。运行中应及时补水，保持膨胀罐的压力值。

6.3.7 机房内的热泵机组和换热储热等设备，地源侧、用户侧和生活热水系统等的管道，以及各种部件的保温应保持良好状态，有利于降低能耗、节省运行费用。平时应注意保温层和防潮

层有无脱落和破损。在管道及设备维修之后，应及时重做防腐防潮层，并将破坏的保温层恢复原状，特别注意与支吊架接触的部位。如果保温层破坏形成冷桥，将增加系统的热量损失。应按《设备及管道保温效果的测试与评价》GB/T 8174 的要求定期检查。

6.3.11 各类循环水管道溶解氧腐蚀、系统末端水量不足甚至无水，往往和自动放气阀失效或系统最高点放气阀设置不够有关，水系统最低点易集聚污物，定期泄水，排除污物，是防止堵塞的有效措施。上行下给式排水系统最高点应设放气装置，下行上给式排水系统，可利用最高配水点放气，系统最低点应设泄水装置。

6.3.12 《建筑给水排水设计规范》GB 50015—2003（2009 版）第 5.1.2 条要求：生活热水的水质应符合《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的要求。生活热水指一般的洗浴用热水，由于与人体接触，要求达到生活饮用水卫生标准。水质符合国家标准，既能实现安全供水，又能避免由于水质污染造成的浪费，从而达到节水节能的目的。

《民用节水设计标准》GB 50555—2010 第 4.2.4 条要求：全日集中供应热水的循环系统，应保证配水点出水温度不低于 45℃ 的时间，对于住宅不得大于 15s，医院和旅馆等公共建筑不得大于 10s。因此从正常使用和节约用水考虑，配水点热水温度不应小于 45℃。

6.4 电气设备

6.4.2 在地源热泵供配电系统中如果三相严重不平衡时，将引起中性线发热，会造成电能浪费以及安全隐患，因此应该引起运行管理人员的高度重视，一旦出现三相严重不平衡（国家规定的

三相不平衡度允许值为 2%) 应及时采取措施。

6.4.3 地源热泵系统中的水泵等设备常用变频装置，由于采用了相位控制，谐波成份很复杂，除含有整数次谐波外，还含有分数次谐波，这类装置的功率一般较大，随着变频调速的发展，对电网造成的谐波也越来越多。因此，地源热泵供配电系统功率因数补偿和谐波的监测与抑制是电气设备节能的重要内容，据统计仅此一项可节约系统电耗 20%~30%。

谐波影响各种电气设备的正常工作。谐波对电机的影响除引起附加损耗外，还会产生机械振动、噪声和过电压，使变压器局部严重过热。谐波使电容器、电缆等设备过热、绝缘老化、寿命缩短，以至损坏。尤其是当电容柜内的电容遇到系统中的谐波时，对谐波有着强烈放大的作用，当谐波足够大时，会使系统产生谐振。因此，在电容补偿柜内安装功率因数控制器，并实时监测供配电系统的谐波分量。

当谐波分量高于现行国家标准《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549 规定的限值时，宜采取谐波治理措施。目前谐波治理主要采用无源谐波滤除装置和有源谐波滤除装置。无源谐波滤除装置的主要结构是用电抗器与电容器串联起来，组成 LC 串联回路，并联于系统中，将 LC 回路的谐振频率设定在需要滤除的谐波频率上。有源谐波滤除装置的主要结构是由电力电子元件组成电路，使之产生一个和系统的谐波同频率、同幅度，但相位相反的谐波电流与系统中的谐波电流抵消。

7 监测与控制系统

7.0.1 数据监测系统是对地源热泵系统的运行参数进行最基本的监测，具有能效监测功能，能自动采集能效评价所需的相关数据，并按照相关要求向主管部门数据中心传输数据。特别是能够提供全年运行方案的策略，并根据实际运行参数进行优化调整。数据监测系统应按照山东省工程建设标准《可再生能源建筑应用工程监测技术标准》DB37/T 2396 进行建设，并可按照地源热泵系统实际情况增加低温热源换热系统中的地温、水温、水质、压力等，以及建筑内温度、湿度、CO₂浓度等运行数据的监测。

超过 20000m² 的建筑，其地源热泵系统的容量较大，采用计算机控制的中央监控与管理系统有助于提高系统的运行管理水平，如果采用人工管理，则全年运行方案难以落实。中央监控与管理系统是对地源热泵系统的运行参数进行监测，并与中央监控平台联接，实现自动控制的管理系统。其功能应满足下列基本管理要求：

- 1 系统提供多种运行控制模式，具有自动运行控制模式、远程手动干预控制模式、就地手动干预控制模式、应急控制模式，以满足不同的运行管理及应急处理需求；
- 2 系统能按最佳费效比控制模式运行，达到节能运行的要求；
- 3 监控系统的运行参数，能采集控制器、微控制器、传感器、执行器、阀门、风阀、变频器运行状态数据，采集过程历史数据，提供服务器配置数据，存储用户定义数据的应用信息结构；
- 4 检测可控的子系统对控制命令的响应情况；

- 5 显示和记录各种测量数据、运行状态、故障报警等信息；
- 6 生成报警和事件记录、趋势图、报表和打印；
- 7 监控平台服务器能为客户机（操作站）提供数据库访问；
- 8 当需要远程监控时，监控平台体系结构应支持 Web 服务器；

9 可计算出利用可再生能源的冷热源机房制冷（热）系统累计时间内能效比和典型季节系统能效比，生活热水系统累计时间内的性能系数；

10 应有向主管部门数据中心传输数据的通信接口；

11 历史数据记录应具有不可更改性及访问的安全性。

7.0.2 监测与控制系统的传感器和执行器在使用中由于各种外界干扰和自身性能衰减影响正常使用。特别是温度计、流量计等更易出现偏差，本条提出对传感器、执行器定期维护的时间要求。

7.0.3 运行年度可以是自然年度，也可以是供暖期年度和空调期年度。

8 系统经济运行评价

8.0.1 系统经济运行评价是对地源热泵系统投入正常运行的一种科学评定。运行管理单位应根据不同系统经济运行评价参数的特点，制定合理的评价时间。对于热泵机组制热（制冷）性能系数等瞬时参数应实时监测评价，对于系统能效比等季节参数应在每个供暖、空调季结束后评价。

8.0.2 地源热泵系统的运行中应注重对系统的能耗统计和自综合评价，并做好实时的和每个供暖、空调季的对比分析，为实质性节能和节省运行费用提供参照。地源热泵系统运行 5 年左右，或者系统经济运行自综合评价发现问题时，应委托第三方测试评价机构对系统全面的能效测评，分析诊断地源热泵系统的运行状况，提供持续改进的建议。

8.0.3 计算地源热泵系统经济运行评价的参数，有助于判断系统运行状态，提高系统运行效能。评价参数的计算采用不同时间节点，有接近于设计状态下的性能参数、也有季节性的性能参数。便于不同角度的评价，评价参数的数据来源均应采用机房内的实际记录数据。附录 D 给出了各种性能参数的计算方法、数据要求等。