

ICS 27.080

P 45

DB1331

雄安新区地方标准

DB1331/T 063-2023

雄安新区地埋管地源热泵系统
工程技术规程

Technical code for ground-coupled heat pump system

in Xiong'an New Area

2023-11-9 发布

2023-11-15 实施

河北雄安新区管理委员会建设和交通管理局
河北雄安新区管理委员会自然资源和规划局 联合发布
河北雄安新区管理委员会改革发展局

雄安新区地方标准

雄安新区地埋管地源热泵系统工程

技术规程

Technical code for ground-coupled heat pump system in

Xiong'an New Area

DB1331/T 063-2023

主编部门：河北雄安新区管理委员会建设和交通管理局

河北雄安新区管理委员会自然资源和规划局

批准部门：河北雄安新区管理委员会改革发展局

施行日期：2023-11-15

前 言

为规范和统一雄安新区地埋管地源热泵工程技术应用，保证地埋管地源热泵系统工程质量，达到节约能源、保护环境、安全适用、技术先进、经济合理的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定了本规程。

本规程共分为9章，主要技术内容包括：1、总则；2、术语；3、基本规定；4、工程勘察；5、工程设计；6、工程施工；7、工程验收；8、智慧监控；9、运行管理等。

本规程由河北雄安新区管理委员会建设和交通管理局管理，由雄安城市规划设计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，请寄送至解释单位（地址：雄安新区容城县白洋淀大道办公区，邮政编码：001700）。

本规程主编单位：河北雄安新区管理委员会自然资源和规划局

雄安城市规划设计研究院有限公司

上海市地矿工程勘察（集团）有限公司

本规程参编单位：河北雄安新区规划研究中心

中国中元国际工程有限公司

华清安泰能源股份有限公司

北京市勘察设计研究院有限公司

河北省地质矿产勘查开发局雄安地质调查监测中心

中国地质调查局天津地质调查中心

中国地质科学院水文地质环境地质研究所

上海市岩土地质研究院有限公司

华东建筑集团股份有限公司

中国建筑科学研究院有限公司

北京市地质矿产勘查院

北京市工程地质研究所

本标准主要起草人员：王志刚 葛 亮 张 曦 黄 坚 黄庆彬 杨 松

赵 勇	王庆华	程晓军	张更深	曹建华	李 冲
孙 婉	李红英	杜亚楠	赵丰年	李宁波	刘启明
董 涛	王小清	李劲遐	马 震	别 舒	李 凯
王永波	杜立新	于冬冬	闫晓然	龚 雪	马 峰
窦占续	周 晋	张 程	兰少锋	曹 岩	杨志成
寇 利	才文韬	郭瑞刚	李 骥	周静瑜	瞿 燕
王祥臻	王 涛	李彬彬	贾玉泽	汪 俊	王 浩
孙增伟	李向虎	朱 熹	韩 博	马静晨	贺继超
陈 海	王吉标	李任政	李春林	孟 杉	韩彩云
赵培旺	王 雷	朱 江	杨俊伟	任 君	刘 哲

本规程主要审查人员：陈焰华 刘红卫 高世轩 郑 佳 秦祥熙

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	4
4	工程勘察	5
4.1	一般规定	5
4.2	场地调查	5
4.3	浅层地热能勘察	5
5	工程设计	8
5.1	一般规定	8
5.2	地埋管换热系统设计	8
5.3	热泵机房系统设计	10
6	工程施工	12
6.1	一般规定	12
6.2	地埋管换热系统施工	12
6.3	热泵机房系统施工	14
6.4	施工安全	15
7	工程验收	16
7.1	一般规定	16
7.2	地埋管换热系统工程验收	17
7.3	热泵机房系统工程验收	18
7.4	系统调试及试运行	18
7.5	竣工验收	20
8	智能监控	22
8.1	一般规定	22
8.2	系统监测内容	22
8.3	效果监测评价	23
8.4	参数监测	23

8.5	环境监测	24
8.6	智能化控制	25
9	运行管理	27
9.1	一般规定	27
9.2	热泵机房系统	27
9.3	地埋管换热系统	28
9.4	建筑内系统	29
9.5	节能运行管理	29
附录 A	岩土热响应试验	30
附录 B	雄安新区第四系地层地质条件	33
附录 C	雄安新区岩土热物性参数	35
附录 D	地埋管外径及壁厚	36
附录 E	地源热泵系统水压试验	37
附录 F	地源热泵系统工程检验方法和验收记录	38
	本标准用词说明	43
	引用标准名录	44
	条文说明	46

1 总 则

1.0.1 为规范雄安新区地埋管地源热泵系统应用,保证地埋管地源热泵系统工程质量,达到节约能源、保护环境、安全适用、技术先进、经济合理的要求,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于雄安新区内新建、改建和扩建建筑和设施的地埋管地源热泵系统工程的勘察、设计、施工、验收、智慧监控、运行管理。

1.0.3 地埋管地源热泵系统工程应综合考虑地质条件、冷热用能特征、地下换热器设置空间和系统经济性要求,合理设计,规范施工。

1.0.4 地埋管地源热泵系统工程的勘察、设计、施工、验收、智慧监控、运行管理除应遵守本规程外,尚应符合国家、行业和地方现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 浅层地热能 shallow geothermal energy

蕴藏在地表以下 200m 以内深度范围的岩土体、地下水和地表水中，温度低于 25℃，具有开发利用价值的热量。

2.0.2 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，由热泵机房系统、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。

2.0.3 地埋管换热系统 ground heat exchanger system

换热介质通过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，分为浅层地埋管换热系统和中深层地埋管换热系统。

2.0.4 浅层地埋管换热系统 shallow ground heat exchange system

采用竖直或水平地埋管换热器与浅层岩土体进行热交换，可通过热泵供冷、供热的换热系统。

2.0.5 地埋管换热器 ground heat exchanger

供换热介质与岩土体换热用，由埋于地下的密闭循环管组构成的换热器。根据管路埋置方式的不同，分为竖直地埋管换热器和水平地埋管换热器。

2.0.6 热泵机房系统 heat pump engine room system

由热泵机组、水泵及辅助换热设备等组成的机房系统。

2.0.7 测试孔 the test well

按照测试要求和拟采用的成孔方案，用于岩土热响应试验的竖直地埋管换热孔。

2.0.8 岩土综合热物性参数 parameter of the rock-soil thermal properties

表征试验深度内岩土层的综合热物性参数，如综合导热系数、综合比热容等。

2.0.9 勘探孔 prospecting holes

用于查明地层及其热物性、地温场特征、含水层及其水文地质参数的钻孔，包括取芯鉴别地层的钻孔、岩土温度测试孔、热响应试验孔、水文地质试验孔、地下水位观测孔等。

2.0.10 岩土热响应试验 rock-soil thermal response test

通过测试仪器，对项目所在场区的测试孔进行一定时间的连续加热（或散热），获得岩土综合热物性参数及岩土初始平均温度的试验。

2.0.11 无负荷循环法 reactive circulation method

不向地埋管换热器内循环水加载冷、热量，利用循环水与岩土体达到热平衡时的温度，分析岩土体初始平均温度的方法。

3 基本规定

3.0.1 地埋管地源热泵系统工程前期策划应与能源规划、市政规划、地下空间规划等相协调。

3.0.2 地埋管地源热泵系统工程设计方案应符合安全可靠、绿色低碳、高效节能、经济合理、精细智能的要求。

3.0.3 地埋管地源热泵系统工程承担单位在勘察、设计、施工安装、运维等方面应具有相应的技术能力。

3.0.4 地埋管地源热泵系统工程应选用高效节能设备和绿色环保材料。

4 工程勘察

4.1 一般规定

4.1.1 地埋管地源热泵系统工程方案设计前应进行工程勘察,包括工程场地状况调查和浅层地热能勘察。

4.1.2 工程勘察应根据地源热泵系统形式,搜集利用建设场地及其周边一定范围内工程地质、水文地质等基础资料,合理制定勘察方案。工程勘察完成后,应编写工程勘察报告,并对浅层地热能可利用情况提出建议。

4.2 场地调查

4.2.1 地源热泵工程场地浅层地热能勘察前,应进行工程场地状况调查,勘察涉及区域不应小于埋管场地范围。

4.2.2 工程场地状况调查应包括下列内容:

- 1 场地规划面积、形状及地形地貌;
- 2 场地内已有建筑和规划建筑的分布、占地面积、基础形式及埋深;
- 3 场地内已有树木植被、池塘、交通设施、市政管网、历史文化遗迹、排水沟、架空输电线和电信线缆的分布;
- 4 场地内已有的、计划修建的地下综合市政管网管线和地下构造物的分布及其埋深;
- 5 场地内及周边交通道路状况及施工所需的电源和水源情况。

4.3 浅层地热能勘察

4.3.1 浅层地热能勘察应查明下列内容:

- 1 岩土体地层岩性结构、地下水位、地下水径流方向和速度、地温场分布特征;
- 2 岩土体原始温度、岩土体综合热物性及换热能力等参数。岩土热响应试验应符合附录 A 的规定。

4.3.2 浅层地热能勘察应按照下列要求进行:

1 竖直地埋管地源热泵系统工程，浅层地热能勘察应采用钻探，勘探孔深度宜比预计埋管深度深 5m，勘探孔应进行地球物理测井；

2 水平地埋管地源热泵系统工程，浅层地热能勘察应采用槽探或钎探，槽探位置和长度应根据场地形状确定，槽探的深度宜超过预计埋管深度 1m，钎探技术标准按照 GB 50202 的相关规定执行；

3 工程场地地层岩性差异较小时，勘探孔的布置数量按表 4.3.2 确定，工程场地地层岩土差异较大时，根据场地内地质条件增加探槽或勘探孔数量；

4 对于分区埋管的地源热泵系统工程，应按照不同埋管分区的应用建筑面积分别确定勘探孔数量。

表 4.3.2 探槽和勘探孔工作量

埋管方式	系统应用建筑面积 A (m ²)	探槽、勘探孔数量 (个)
水平	A<500	1
	A≥500	≥2
竖直	A<10000	≥1
	10000≤A<25000	≥2
	25000≤A<50000	≥3
	A≥50000	≥4

4.3.3 勘探孔应充分考虑埋管区域地质条件差异、平面形态和场地状况合理布置。勘探孔数为 1 个时，宜布置在埋管区的中心部分；大于等于 2 个时，应根据埋管区域平面形态和场地状况合理布置。

4.3.4 岩土体原始温度分布的测试应符合下列要求：

1 在周围岩土温度恢复后进行，对于灌注水泥砂浆的回填方式，岩土恢复时间应不少于 240 小时，对于其它的回填方式，应不少于 72 小时；

2 测温深度不小于地埋管换热器设置深度；

3 埋深 30m 以内地层的测温点间距不大于 1m；埋深 30m 以下地层的测温点间距不大于 5m；

4 测温允许误差为±0.2℃。

4.3.5 当工程设计需要各岩土层热物性参数时，应分层采取原状岩土样品进行室内热物性参数测试；主要岩土层的原状样品数量宜不少于 3 件。

4.3.6 勘察报告应包括下列内容：

- 1 建设项目的规模、功能及冷热需求；**
- 2 以往地质工作程度及浅层地热能开发利用状况；**
- 3 勘察工作的进程及完成的工作量；**
- 4 拟建工程场区的场地条件及地质条件；**
- 5 勘察工作的主要内容及其布置；工作的主要成果；**
- 6 岩土热物性特征及浅层地热能资源条件评价；**
- 7 提出拟建换热系统的方式；**
- 8 建议换热系统的初步方案；**
- 9 拟建工程的经济性和风险性分析；**
- 10 施工中和运行后应注意的事项；**
- 11 地温场监测点的设置及要求。**

5 工程设计

5.1 一般规定

5.1.1 地源热泵系统设计应以浅层地热能勘察成果为依据，且符合 GB 50366、GB 55015 的规定，宜采用市政热力、冷水机组、蓄能等辅助冷（热）源优化系统设计。

5.1.2 地源热泵系统设计时，应对建筑物全年冷、热负荷特性进行分析，当全年累计排热量和取热量不平衡时，应与其它冷、热源组成复合系统。

5.1.3 地埋管换热系统设计前应明确待埋管区域内各种地下管线的种类、位置及深度，预留未来地下管线所需的埋管空间及埋管区域进出重型设备的车道位置。

5.2 地埋管换热系统设计

5.2.1 地埋换热孔位置及水平管测量定位应符合下列规定：

1 地埋换热孔布设时应给出换热孔平面布局及换热孔孔顶标高；当换热孔分布在多个区域时应在各个区域分别给出布局及标高；

2 水平环路集管坡度应不小于 0.002，不得倒坡。供回水水平干管之间净间距宜大于 600mm。

5.2.2 回填材料应符合下列规定：

1 回填材料的热导率不应低于钻孔周围土壤的热导率；

2 回填材料宜采用膨润土和细砂（或水泥）的混合浆或专业灌浆材料；

3 密实或坚硬岩土体中，宜选用水泥基料回填材料。

5.2.3 地埋管管材及管件应符合下列规定：

1 地埋管及管件应具有质量检验报告和生产厂家的合格证。埋管内外表面应清洁、光滑，不应有明显的划伤、凹陷、颜色不均等缺陷，管端头应切割平整，并与管轴线垂直；

2 地埋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（PE80 或 PE100），不宜采用聚氯乙烯（PVC）管，管件与管材应为相同材料；

3 地埋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。管材的公称压力不应小于 1.0MPa。地埋管外径及壁厚可参照附录 D 选用；

4 竖直地埋管的 U 形弯管接头，应选用定型的 U 形弯头成品件。

5.2.4 地埋管换热系统的传热介质应符合下列规定：

1 应使用不低于 GB/T 14848 中规定的 III 类地下水质量标准的水，水中不应加注乙二醇等对环境产生危害的添加剂；

2 地埋管换热器内传热介质流态应保持紊流，单 U 型流速不宜小于 0.4m/s，双 U 型流速不宜小于 0.2m/s。

5.2.5 地埋管换热器进、出水温度应符合下列规定：

1 夏季工况时，地埋管换热器出水温度宜低于 33℃；

2 冬季工况时，地埋管换热器进水温度宜高于 4℃。

5.2.6 地源热泵系统应进行至少 1 个冷热周期的热量平衡校核计算，系统总释热量和总吸热量宜相平衡。应用于建筑供能面积 1 万平方米以上的地源热泵系统，宜进行 10 年以上地源侧热平衡计算。

5.2.7 地源热泵系统的最大释热量和最大吸热量相差不大时，地埋管换热器的长度取供冷和供热计算长度的较大值。

5.2.8 地源热泵系统的最大释热量和最大吸热量相差较大时，应进行技术经济比较，通过增设辅助热源或冷源的措施解决。

5.2.9 地埋管换热器设计计算宜根据岩土热响应试验结果并参照附录 C，采用专用软件或按照 GB 50366、DZ/T 0225 进行计算，环路集管不应包括在地埋管换热器换热长度内。

5.2.10 地埋管换热系统宜结合系统末端需求和冷热源机组的设计方案进行分区设计，且采用条带状分散布设换热孔，当整场地布设时，宜加大中心区域换热孔间距，保证地埋管运行的间歇性和地温的恢复。

5.2.11 在建筑的基础下埋设换热器时，应与结构专业设计人员共同确定地埋管设计方案，满足建筑基础的设计要求。

5.2.12 在水系下埋设换热器时，在条件允许时可适当增加孔深。

5.2.13 竖直地埋管换热器埋管深度应根据勘察成果确定，同一环路内钻孔孔深应相同。孔径不宜小于 0.11m，间距不应小于 4m。

5.2.14 当地源热泵工程可利用地表面积较大，浅层岩土体的温度及热物性受气候、雨水、埋设深度影响较小时，经技术、经济分析后可采用水平埋管。

1 水平地埋管换热器宜进行分组连接，每组换热器管长不大于 5000m；各组换热器形成的地埋管环路两端应分别与供、回水环路集管连接，应采取同程式布置；各环路的总接口处应设置检查井，井内设置相应的阀门。

2 水平埋管换热器可不设坡度。最上层埋管顶部应在冻土层以下不小于 0.6m，且距地面不宜小于 1.5m；可分层埋设，分层间距不应小于 1m，也可水平管沟埋设，水平管沟间距不应小于 1.2m。

5.2.15 环路集管和环路支管宜采用同程布置，每对供、回水环路支管连接的地埋管换热器数量宜相等且宜少于 8 眼，集管与分、集水器之间应设置关断阀。

5.2.16 环路集管和支管供、回水管的间距应不小于 0.6m，深度应在冻土层以下不小于 0.6m，且距地面不宜小于 1.5m。埋设在地下室底板以下时，距底板下表面不宜小于 0.5m。

5.2.17 地埋管换热器安装位置宜靠近机房或以机房为中心设置。

5.2.18 地埋管换热系统应设泄漏报警、自动充水系统及防冻保护装置。

5.2.19 地埋管换热系统设计时应进行水力计算，并应采取措施保证水力平衡。

5.2.20 地埋管换热器的环路平均比摩阻宜控制在 100~300Pa/m，最大不应超过 500Pa/m。

5.2.21 地埋管换热系统宜采用变流量设计，但地埋管内传热介质流速不应低于最低流速限值。

5.3 热泵机房系统设计

5.3.1 地源热泵机房系统的设计应符合 GB 50189、GB 50366 及 GB 50736 的规定。地源热泵机房系统中涉及生活热水或其他热水供应部分的设计应符合 GB 50015 的规定。

5.3.2 热泵机房系统设计应根据地热能交换系统条件、供热（冷）技术要求与负荷特点，通过技术经济比较后合理确定。当地源热泵系统与其他冷热源系统复合

供冷供热时，应采用基于岩土体热平衡的系统全年能效最优方案。

5.3.3 热泵机房系统应根据地热能交换系统特性、建筑的特点及使用功能确定地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。

5.3.4 地源热泵机组容量宜根据气候特征、建筑功能、负荷需求等因素合理确定，选型应适应冷、热负荷全年变化规律。机组容量适宜时，机组台数不宜小于两台；对于小型工程地源热泵机组仅配置一台时，应选调节性能优良的机型，并能满足建筑最低负荷的要求。

5.3.5 循环水泵配置及台数选择应根据水系统形式，综合考虑节能运行、设备备用等因素确定，选择合适的流量和扬程，保证水泵运行在高效区域。

5.3.6 地源热泵机组应具备能量调节功能，且其蒸发器出口应设防冻保护装置。

5.3.7 地源侧循环系统与空调冷热水系统的补水、定压系统宜独立，分别计量，并设置异常补水报警装置。

5.3.8 对有冷、热转换的地源热泵系统，应在水系统上设冬、夏季节的功能转换阀门，并在转换阀门上做出明显标识。功能转换阀门应性能可靠，严密不漏。

6 工程施工

6.1 一般规定

6.1.1 地源热泵工程施工应符合 GB 50738、GB 50202 及 GB 50203 的规定，且应符合建设工程、电气安装、有限空间作业等相关施工安全的规定。

6.1.2 施工中遇有管道、电缆、地下构造物或文物古迹时，应予以保护，并及时与有关部门联系协同处理。

6.1.3 施工过程中应做好施工资料的编制、审核、存档等管理。

6.1.4 当室外环境温度低于 5℃或有雨雪时，应采取有效措施保障管道连接质量，当室外环境温度低于 0℃，不宜进行地埋管换热器的连接施工。

6.2 地埋管换热系统施工

6.2.1 竖直地埋管换热系统管道连接应符合下列规定：

- 1 竖直地埋管换热器的 U 形弯管接头，不得采用直管道煨制或焊接弯头；
- 2 竖直地埋管换热器 U 形管的组对长度应能满足下入钻孔后与环路集管连接的要求，组对好的 U 形管的两开口端部，应及时密封；
- 3 除 U 型弯头外，地埋换热管应为整根管材，中间不得拼接；
- 4 管道连接应符合 CJJ 101 的规定；
- 5 管道连接按竖直地埋管、环路集管、机房分集水器连接等顺序进行，每阶段都应分别进行水压试验，水压试验参照附录 E 进行。

6.2.2 竖直地埋管钻探施工应符合下列规定：

- 1 根据地层条件、孔深、孔径等合理选择钻探设备和钻进工艺；
- 2 钻进过程中，做好钻孔记录，包括地下岩层情况、地下水情况；
- 3 钻进过程中应采取护壁措施，确保孔壁稳定；
- 4 钻孔深度应确保地埋管下放至设计深度，宜大于设计孔深 1m~2m；钻孔开孔及终孔孔径宜相同，终孔孔径不应小于设计孔径；
- 5 钻孔孔位偏差不应大于 0.1m；钻孔的垂直度偏差不应大于 1.0%；

6 钻孔施工应及时清除孔口残渣，设置排水沟、泥浆池等过滤和储存钻孔浆液的设施；

7 建筑物下进行竖直地埋管钻探施工时，严禁在基坑内开挖泥浆池。

6.2.3 竖直地埋换热器下管应符合下列规定：

1 竖直地埋管换热器安装应在钻孔完成且孔壁固化后立即进行；

2 水压试验合格后将地埋管换热器带压下入孔内；

3 地埋管换热器应每间隔 2m~4m 安装管卡支撑，使 U 型管各支管处于分开状态；

4 下管深度与设计深度误差不超过 0.5m；

5 下管完毕后地埋管换热器上端应高出地面，管端应做好临时封闭措施，防止杂物进入。

6.2.4 竖直地埋管钻孔回填应符合下列规定：

1 竖直地埋管安装完成且试压无泄漏后应立即用灌浆材料回填封孔，回填料宜通过注浆管自孔底向上回填；

2 回填料及配比应符合注浆回填要求；

3 当循环原浆满足安全、传热等的要求时，可采用原浆回填，不应使用原状土回填；

4 采用孔底注浆回填时，注浆管应与地埋管一起下入孔中，注浆管底端宜设防堵堵头，且注浆时应能够将其冲开，下入深度以距地埋管端头 0.3m~0.5m 为宜，注浆设备应选用专用注浆泵；

5 回填应密实无空腔，且确保埋管位置不发生涌水和涌砂现象；

6 回填结束后，应检查回填质量，沉陷部分应及时补浆。

6.2.5 竖直地埋管换热系统环路集管施工应在竖直埋管完成后进行，并应符合下列规定：

1 沟槽开挖应根据表层土性和地下水位埋深合理确定开挖方案，防止管沟坑壁滑塌；开挖时应防止地埋管换热器损坏或进入杂物；

2 管道铺设前，沟槽底部应先铺设不少于 150mm 厚度的细砂并平整夯实；管道安装时，应防止石块等重物撞击管身；

3 管道不应折断、扭结等，转弯处应平顺，采用圆角，避免 90°直角转弯，或安装合适的弯管接头；转弯处应采取固定措施；

4 安装完成后，应进行水压试验，确认无泄漏后回填；

5 沟槽应先用细砂回填至高于水平埋管管顶不少于 100mm，后用不含石块及杂物的原土回填，槽底至管顶以上 500mm，应采用人工逐层均匀压实至设计标高，每层厚度不宜大于 300mm，回填土应与管道外壁紧密接触，且不应损伤管道；

6 地埋管换热器安装竣工后，应在总平面图上标示出其具体位置，并在水平埋管上方不少于 500mm 处做标识带；

7 水平集管的铺设及回填应符合 CJJ 101 的规定。

6.2.6 水平地埋管换热器安装施工按 6.2.5 条规定执行。

6.2.7 地埋管换热器安装完成后，应在埋管区域做出标志或标明管线的定位带，且应采用 2 个及以上的现场永久目标进行定位，并建立地埋管换热器的数据档案，包括定位坐标、实际深度、钻孔完成时间等。

6.2.8 地埋管换热器、系统安装后使用前应进行冲洗，应用清水对管路进行冲洗，管内水流速不小于 1m/s。冲洗前应将管道上安装的流量孔板、滤网、温度计、调节阀等部件拆除，待冲洗合格后再进行安装。冲洗时应将冲洗排水排入雨水或排水管道中，防止对建筑物造成水害。

6.2.9 对敷设在水系底的地埋管，应满足如下要求：

1 水系底范围内最上层埋管顶部埋深至少应在冻土层以下 0.6m；

2 水系底地埋孔施工时，采用非集管连接方式，将换热孔逐一连接至对应的检查井，检查井应设置在河岸；

3 水系底下的管线宜采用通长一体管道，尽量减少热熔连接焊点，降低连接处的渗漏风险；

4 水系底需做防渗处理。

6.3 热泵机房系统施工

6.3.1 热泵机房系统施工安装应符合 GB 50243、GB 50274 及 GB 50366 的规定。

6.3.2 热泵机房设备安装前，应勘查机房内的设备基础和现场施工条件，编制重要设备吊装施工方案。

6.3.3 机房设备安装前应按设计要求校验热泵机组、水泵、板式换热器、稳压设备、承压水箱等设备以及管道、管件和阀门的型号、规格、性能及技术参数，并具备产品合格证书、产品性能检验报告及产品说明书等文件。

6.3.4 地源热泵系统机组、水泵、管路应有明显的标识并在管路上标注水流方向。

6.3.5 地源侧分集水器安装前应进行压力试验，试验压力为工作压力的 1.5 倍，且不小于 1.0MPa。

6.3.6 冷热源系统的冷热转换阀门应在试压与关断性能检查合格后安装；压力试验应符合 GB 50243 的规定。

6.3.7 机房管道穿越墙体或楼板处应设置钢制套管，并留出保温间隙；管道接口不得置于套管内；穿墙套管应做防水防火处理；穿人防工程处应满足人防工程设计要求。

6.3.8 管道系统安装完毕后，应进行系统试压和冲洗，系统冲洗时应设置临时旁通系统，关闭主要设备的阀门。

6.3.9 施工与检验、冲洗、调试过程中，应避免空调侧水系统与地源侧水系统相混。

6.4 施工安全

6.4.1 建筑工程施工安全应符合 JGJ 33、JGJ 59 的规定。

6.4.2 电气安装施工安全应符合 GB 50194、JGJ 46 的规定。

6.4.3 有限空间作业应符合 DB13/T 5023 的规定。

7 工程验收

7.1 一般规定

7.1.1 地源热泵系统工程交付使用前，应进行分项工程验收和竣工验收，并填写工程验收记录。

7.1.2 地源热泵系统分项工程验收前，应根据施工进度对隐蔽部位进行验收，并应有详细的文字记录和必要的图像资料。

7.1.3 地源热泵系统分项工程应由专业监理工程师或建设单位项目负责人组织施工单位项目专业技术负责人等进行验收。其分项工程验收应符合下列规定：

- 1 按主控项目和一般项目验收；
- 2 主控项目全部合格；
- 3 一般项目的质量抽样检验，计数合格率不应小于 80%，且不得影响使用功能；
- 4 具有完整的施工操作依据和质量验收记录。

7.1.4 地源热泵系统分项工程验收应包括：地埋管换热系统工程验收、热泵机房系统工程验收。工程检验方法与验收记录参照附录 F。

7.1.5 地源热泵系统主要组成材料、配件、部件和设备进场验收应遵守下列规定：

- 1 对系统主要组成材料、配件、部件和设备的品种、规格、包装、外观和尺寸等进行检查验收，并经专业监理工程师或建设单位代表确认，形成相应的验收记录；
- 2 对系统主要组成材料、配件、部件和设备的质量证明文件进行核查，并经专业监理工程师或建设单位代表确认，纳入工程技术档案；
- 3 质量证明文件应包括产品合格证、出厂检测报告、产品说明书及产品性能检测报告；定型产品和成套技术应有形式检验报告，进口材料和设备应按规定进行出入境商品检验。

7.1.6 地埋管地源热泵系统整体运转、调试与验收除应符合本规程外，还应符合 GB 50243 及 GB 50274 等的相关规定。

7.2 地埋管换热系统工程验收

7.2.1 地埋管换热系统主控项目验收应符合下列规定：

- 1 管材、管件应具有产品合格证、出厂检测报告、产品说明书及产品性能检测报告；
- 2 地埋管的材质、直径、壁厚及长度应符合设计要求；
- 3 垂直和水平埋管的安装位置和深度应符合设计要求；
- 4 回填料及其配比应符合设计要求，回填过程的检验应与地埋管换热器安装同步进行；
- 5 换热管道安装时，应分阶段对管道进行冲洗和水压试验；水压试验应符合本规程附录 E 的规定；
- 6 各环路流量应平衡，且应满足设计要求；
- 7 环路集管安装完成后，宜对换热器环路的循环介质阻力和换热功率进行检测。

7.2.2 地埋管换热系统一般项目验收应符合下列规定：

- 1 管材、管件等材料的包装应完整无破损，表面应无损伤与划痕；
- 2 管道的连接方法应符合设计要求和国家现行有关标准、产品使用说明书的规定；
- 3 钻孔、水平埋管管沟的位置和深度应符合设计要求，其允许偏差应符合表 7.2.2 要求；

表 7.2.2 钻孔、水平埋管管沟的位置和深度的允许偏差

项目	允许偏差 (mm)
钻孔孔位	50
钻孔深度	50, -50
钻孔垂直度	1%L, 且不得串孔
水平埋管管沟位置	50
水平埋管管沟标高	20, -20

注：L—孔深 (mm)

- 4 地埋管区域应做出标志或标明管线定位带；
 - 5 阀门井施工质量应符合设计要求和现行国家有关标准的规定。
- ### 7.2.3 地埋管换热系统工程检验方法和验收记录参照附录 F。

7.3 热泵机房系统工程验收

7.3.1 热泵机房系统主控项目检验应符合下列规定：

- 1 热泵机组、附属设备、阀门、仪表、水泵、管材、管件及绝热材料等产品的型号、规格、性能及技术参数应符合设计要求和现行国家有关标准的规定；
- 2 热泵机组、附属设备的安装位置、标高应符合设计要求；减震垫、减震器安装位置正确；
- 3 应保证管道安装质量。管道连接方式应符合设计要求；管道支、吊架及其与管道之间的绝热衬垫设置应符合设计要求和现行国家相关标准的规定；管道绝热层应采用不燃或难燃材料，其施工应符合设计要求和现行国家相关标准的规定；
- 4 阀门、仪表的规格和数量应符合设计要求；安装方向应正确，位置应便于操作和观察；
- 5 水泵的规格、数量应符合设计要求；管道连接应正确；
- 6 机房内的设备基础施工质量应符合设计要求和现行国家相关标准的规定。

7.3.2 热泵机房系统一般项目检验应符合下列规定：

- 1 热泵机组、附属设备、管道及其配件的绝热，不得影响其操作功能；
- 2 热泵机组、附属设备、管道、阀门、支吊架防腐防锈处理应满足设计和现行国家相关标准要求；
- 3 热泵机组、附属设备及其管道系统的设备间地面排水系统应通畅，满足设计要求和现行国家有关标准的规定；
- 4 热泵机房系统工程检验方法和验收记录参考附录 F。

7.4 系统调试及试运行

7.4.1 地源热泵系统调试与试运行之前，施工单位应会同建设单位、设计单位、监理单位进行全面检查，符合设计与相关规范要求以及检验合格确认满足调试要求后，才能进行运转和调试。

7.4.2 地源热泵系统调试应由施工单位负责，监理单位监督，设计单位与建设单位参与和配合系统调试，可由施工企业或委托具有调试能力的其他单位进行。

7.4.3 地埋管地源热泵系统试运行需测试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的规定；
- 2 系统连续运行应达到正常平稳；水泵的压力和水泵电机的电流不应出现大幅波动；
- 3 系统调试及试运行用的各种检测仪器与仪表，性能应稳定可靠，精度等级和最小分度值应满足测试要求，并应按国家有关计量法规与检定规程要求执行；
- 4 控制和检测设备应能与系统的检测仪器正常沟通，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。

7.4.4 地源热泵系统调试及试运行应符合下列规定：

- 1 系统调试及试运行前应制定整体运行与调试方案，并报送专业监理工程师审核批准；
- 2 热泵机组试运行前应进行水系统平衡调试，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，应进行热泵机组的试运行，并填写运行记录，运行数据应达到设备技术要求；
- 4 测量无负荷系统试运转系统的各种性能参数，调整到符合设计要求，同时填写系统设备运转记录；
- 5 热泵机组试运转和无负荷系统试运转正常后，整个空调系统应进行连续24h的试运转，同时填写运转记录；
- 6 地源热泵系统调试应分冬、夏两季运行工况进行，且调试结果应达到设计要求；
- 7 调试完成后应提供完整的运行操作规程、调试报告和其他调试相关资料，提交业主确认后存档。

7.4.5 水泵调试运转与调试步骤及内容应符合下列规定：

- 1 检查水泵的地脚螺栓及减震装置，确保其稳定运行，水泵接地装置应良好；

- 2 对水泵进行通电点试，确定叶轮旋转方向正确；
- 3 停泵时检查叶轮不应出现反转，检查水泵出口止回阀应完好；
- 4 水泵电机温升正常，确保运转时不得出现过热现象；
- 5 调试过程中应对水泵的进口过滤网进行多次清洗，保证泵进口水流通畅；
- 6 运行时应对补水泵进行观察，若无法补水，则停泵后，对水泵进行放气，确保其叶轮内充满水后，再开启水泵；
- 7 水泵运行稳定后，应对水泵性能进行测试，包括水泵流量、扬程、转速、三相电压、电流、功率因数、输入功率、噪声等参数，测试结果应符合设计要求。

7.4.6 热泵机组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热泵机组而损坏设备；
- 2 应对热泵机组地源侧、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，关闭地源侧、空调侧旁通阀，使系统水进入机组内，机组地源侧、空调侧水系统进出口压力应正常，压力损失应小于 100kPa；
- 4 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、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%，测试参数包含热泵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。

7.5 竣工验收

7.5.1 地源热泵系统工程交付用户前，应进行竣工验收。竣工验收应在分项工程验收合格且系统调试合格进行。其竣工验收程序如下：

- 1 地源热泵系统完工后，施工单位自行组织有关人员进行检验评定，自评合格后向建设单位提交竣工验收申请报告；
- 2 建设单位收到工程竣工验收申请报告后，由建设单位组织设计、施工、监理等单位项目负责人联合进行竣工验收，验收合格后应办理竣工验收手续。

7.5.2 地源热泵系统工程竣工验收应符合下列规定：

- 1 分项工程应全部合格；
- 2 质量控制资料应完整；
- 3 系统有关安全和功能性检测资料应完整；
- 4 观感质量验收应符合要求。

7.5.3 地源热泵系统工程竣工验收时，应对其质量控制资料、安全和功能性检验资料进行核查。

7.5.4 观感质量综合检查应包括以下项目：

- 1 热泵机房系统设备、管道安装位置应正确、牢固，外表平整无损伤，管道连接应无明显缺陷、不渗漏；
- 2 支吊架形式、位置及间距应符合 GB 50242 及 GB 50243 等的相关规定；
- 3 设备、管道、支吊架的油漆应附着牢固，漆膜厚度均匀，油漆颜色与标志符合设计要求；
- 4 绝热层的材料、厚度应符合设计要求；表面平整无断裂和脱落；
- 5 热泵机组设备间地面排水系统通畅，不积水；
- 6 室外检查井位置正确，井盖密封无缺损；
- 7 管道按每个系统抽查 10%，不少于 10 处；各类设备、部件、阀门及仪表抽检 10%，且不少于 10 件，少于 10 件的，全数检查。

8 智能监控

8.1 一般规定

8.1.1 智能监控系统包括监测系统和控制系统，系统设计、设备安装应符合 NB/T 10274 的规定。

8.1.2 监测系统应实时监测地源热泵系统的耗电量、供热量、供回水温度等参数，具备评估地源热泵系统的运行效果，监测数据的显示和存储，风险预警预报等功能。

8.1.3 监控系统应能展示地源热泵系统运行流程，实现地源热泵系统的运行管理，可查看机组运行工况、温度、供能量、耗电量等参数。

8.1.4 控制系统宜采用人工智能节能技术，热泵系统各设备集中控制管理和智能运行，优化运行状态合理控制回水温度和设备启停，满足地源热泵系统智能高效节能运行要求。

8.1.5 监测设备安装前应校准，运行后应定期校准，若出现明显偏移应更换，监测设备仪表安装应便于后期检修、标定、更换。

8.1.6 监测方式应为长期、连续监测。

8.2 系统监测内容

8.2.1 应根据工程的规模设置地质环境影响监测孔。

8.2.2 地源热泵监测系统应包含下列内容：

- 1 效果监测：用户侧典型房间的温度；
- 2 参数监测：用户侧总进出水温度、流量，热源侧总进出水温度、流量，各地埋管分区循环流量，热泵机组、辅助热源进出水温度、流量，热泵机组、辅助热源、泵组实时电压、电流和功率，循环系统压力，输配管线密闭及保温性能；
- 3 环境监测：室外环境温度、换热监测孔温度、影响监测孔温度、常温监测孔温度。

8.2.3 监测系统应对采集指标进行分析计算，自动生成相关评价指标，包括热泵机组制热/制冷性能系数、系统能效比、单位面积耗电量、全年常规能源替代量、

CO₂减排量等，并进行节能合格评价和性能评级。

8.3 效果监测评价

8.3.1 空调房间抽样符合下列规定：

- 1 检测数量按照空调系统分区进行选取，当系统形式不同时，每种系统形式均应检测，相同系统形式的抽检数量不宜低于系统数量的 5%；
- 2 三层及以下的建筑物应逐层选取样本，三层以上的建筑物应在首层、中间层和顶层分别选取样本；
- 3 检测样本应具有代表性，不同功能、朝向、气流组织方式的房间均应抽到。

8.3.2 监测点的布置符合下列规定：

- 1 温度测点布置宜按照 JGJ/T 132 执行；
- 2 温度测点应设于室内活动区域，且应在距地面 700mm~1800mm 范围内有代表性的位置；
- 3 传感器不应受到太阳辐射或室内热源的影响。

8.4 参数监测

8.4.1 传热介质温度监测宜符合下列规定：

- 1 传热介质温度监测宜采用插入式温度传感器，根据管径大小选择传感器探头长度，应使插深到达管路中心，测温元件外露部分应保温；
- 2 当传感器为后期安装且管道不可开孔时，可采用贴片式温度传感器，且同一测温点应安装不少于 2 个；安装时应先将测温点管道表面打磨干净，涂抹导热介质，再将贴片式温度传感器贴在管道表面，并用胶布或扎带等缠绕牢固，外部应做保温；
- 3 选择测温点位置时应尽量靠近目标监测点，同时选择管道满液的位置。

8.4.2 循环流量监测宜符合下列规定：

- 1 循环流量监测宜采用通过式流量计；

2 当流量计为后期安装且不能破坏原管道时，可采用超声波流量计，安装时应将探头安装点管道外壁打磨干净，涂抹传导介质，再将监测探头贴在管道安装点上，用胶布或扎带等缠绕固定；

3 选择流量测量点时，应选择管道满液的位置，宜为传热介质向上流动的竖直管道。

8.4.3 压力测点宜包括热泵机组蒸发器、冷凝器的进、出水口压力，热交换器一、二次侧进、出水口压力，分、集水器压力（或压差），水泵进、出口压力，水过滤器前后压差。

8.4.4 系统负荷及电耗监测要求：

1 水温监测点宜设在分集水器处，电耗监测点应设置在动力配电柜（箱）处；

2 热泵机组电耗与循环水泵电耗应分别监测，分开记录。

8.5 环境监测

8.5.1 室外环境温度监测，宜将传感器探头置于室外空气中，仅与大气接触，注意防晒、防雨、防风，同时应距离地面或墙壁不小于 5m，避免热辐射影响测量准确性。

8.5.2 地质环境影响监测孔不应少于 2 个，且换热孔数量大于 300 个的区块应至少布设 1 个。

8.5.3 地埋温度监测宜采用封闭井管注水测温方式，监测孔结构应符合下列规定：

1 监测孔应满足长期监测需要；

2 监测孔深度应大于换热孔深度 2m；

3 监测孔开孔直径不宜小于 160mm，井管直径不宜小于 40mm，井管材料宜选用 PE 管；

4 监测孔回填料的导热系数应与换热孔的一致。

8.5.4 地埋温度传感器的布设应符合下列规定：

1 换热监测孔的位置，宜包含布孔区域的中心和边缘；影响监测孔的位置宜包含布孔区域内部和外围；监测孔的布置宜考虑地下水流动方向；

2 温度传感器数量和测点位置应根据换热区地层结构确定，间距不宜大于10m；变温带温度传感器宜加密至间距2m；

3 在竖直方向上，不同监测孔内的温度传感器排布深度宜相同。

8.5.5 有线传输地埋温度传感器的安装应符合下列规定：

1 温度传感器附带电缆线长度宜直接汇入机房并到达数据采集中心；

2 进行电缆线延长对接时，应使用与附带线相同型号的延长线，且应保留屏蔽网；

3 电缆线延长对接后，接线处应具有不低于电缆线的机械强度及绝缘、防水性能；

4 温度传感器电缆线埋设路径应做标识。

8.5.6 无线传输地埋温度传感器的安装应符合下列规定：

1 应设置检查井安置地埋温度传感器数据采集传输设备；

2 井内数据采集传输设备的防护性能应能满足使用环境条件要求。

8.5.7 地温监测数据宜采用无线传输方式，地埋管换热系统运行期数据采集时间间隔不宜大于1h，非运行期数据采集时间间隔不宜大于24h。

8.5.8 系统建成投入使用后应定期对监测仪器稳定性和精度进行校准校验，精度不符合要求的，应及时校正或更换。

8.6 智能化控制

8.6.1 智能化节能控制系统应根据用户侧需求对多台热泵主机的启停及运行状态进行精细、合理的控制，最大限度的节约能源；根据用户侧供回水压差对循环水泵进行变频控制，使管网保持定压差运行。

8.6.2 地源热泵智能化控制系统应包含下列内容：

1 效果控制：用户侧典型房间的温度；

2 参数控制：根据用户侧需求控制用户侧总进出水温度、流量，根据用户侧需求兼顾运行能效对热泵机组及各辅助热源进出水温度、流量、出力进行控制；

3 地质环境控制：对地埋管换热器总进出水温度、流量进行控制。

8.6.3 效果控制宜根据舒适性要求对房间的湿度、风量进行控制。

8.6.4 参数控制宜对用户侧不同分区的进出水温度、流量、压力进行控制。

8.6.5 地质环境控制宜根据地埋管换热器不同分区的地温场温度对各分区进出水温度、流量、启闭进行控制。

9 运行管理

9.1 一般规定

9.1.1 地源热泵系统运行期间应加强智能化监测监控系统应用,通过精细化管理和智能高效节能自动化运行,提升地源热泵系统的运行效果、能效和安全性。

9.1.2 地源热泵系统运行管理中应制定运行管理制度、操作流程和年度运行策略。

9.2 热泵机房系统

9.2.1 地源热泵系统开机前,应做好热泵机组、冷(热)源换热系统、循环系统的检查,确认设备状态良好,配电及自控系统性能正常,供冷(热)切换阀门操作准确。

9.2.2 热泵机组运行管理应符合下列规定:

- 1** 热泵机组的主要运行参数值应在设计文件和设备说明书明确规定的范围内;
- 2** 热泵机组的开启台数和顺序应依据负荷情况和年度运行策略进行调节;
- 3** 多台热泵机组运行时,热泵机组水管路上阀门的启闭应与热泵机组运行相联动;
- 4** 定期检查热泵机组油过滤器、水过滤器、水流开关的工作状况,每月应不少于 1 次,定期更换冷冻油及其他易损部件;
- 5** 热泵机组的冷凝器、蒸发器结垢状况应定期检查和清除处理,每年应不少于 1 次。

9.2.3 机房系统附属设备运行管理应符合下列规定:

- 1** 应定期检查阀门、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;
- 2** 换热、储热设备的温控装置、安全装置应保持正常工作状态;

3 应定期检查设备管道的支吊架、管箍、减震装置和各类阀门，发现异常应及时修补或更换，更换时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；

4 系统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，操作结束后应对转换阀门的密闭性进行确认；

5 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。

9.2.4 地源热泵系统机电设备运行管理应符合下列规定：

1 定期检查机电设备的配电装置电压和电流，以及供电导体绝缘情况；

2 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；

3 查看大容量电动机启动时，是否影响其他机电设备的正常运行；

4 记录主要电动机启动时的电流、电压、频率、功率因数等参数；

5 当电动机采用直接启动方式不适宜时，应采用与负荷特性相应的软启动方式、星三角启动方式、自耦降压启动或变频器控制启动方式。

9.2.5 机房内设备、管道和管件的防腐保温层应保持良好状态，发现异常应及时修补。

9.2.6 应定期对机房内的仪器、仪表的稳定性和精度进行校准校验，精度不符合要求的，应及时校正或更换。

9.3 地埋管换热系统

9.3.1 应根据全年土壤热平衡模拟计算结果或往年运行实测结果制定地源热泵系统全年运行预案。在运行年度周期内地埋管换热区宜保持土壤热平衡，出现异常应对系统运行方案进行调整。

9.3.2 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，宜优先切换使用埋管区外围地埋管换热器。

9.3.3 系统运行时，可根据回水温度对地埋管换热器及辅助散热（加热）装置进行切换和启停控制。

9.3.4 地埋管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，应及时采取补救修复措施。

9.4 建筑内系统

9.4.1 建筑物内供暖空调系统的运行管理应符合 GB 50365、GB/T 17981 及 GB 19210 的规定。

9.5 节能运行管理

9.5.1 运行管理人员应定期监测系统的实际能耗状况，分析系统性能系数及节能潜力，提出节能运行和改造建议。

9.5.2 应监测水泵的运行参数，保证其处于正常、高效的工作状态，并应采用高效电机和节能控制措施。

附录 A 岩土热响应试验

A.1 一般规定

- A.1.1** 对 2 个及以上测试孔的热响应试验，其试验结果应取算术平均值。
- A.1.2** 热响应测试孔的埋管方式、深度和回填方式应与拟建建筑设计方案一致。回填材料的导热系数应不低于钻孔周围岩土平均导热系数。
- A.1.3** 岩土热响应试验应在岩土温度恢复后进行。恢复时间满足 4.3.4 条第 1 款规定。
- A.1.4** 测试现场应具备稳定电源等可靠的试验条件，对测试设备进行外部连接时，应遵循先接水后接电的原则。
- A.1.5** 测试设备与测试孔距离不宜大于 3m，测试仪器管路与测试孔中地埋管的连接应减少弯头、变径，连接管道应采取保温措施，保温材料宜采用致密闭孔橡塑保温材料，且厚度应不小于 20mm。
- A.1.6** 岩土热响应试验过程应依据国家、河北省和雄安新区有关安全、防火、环境保护方面的规定执行。

A.2 试验方法及技术要求

- A.2.1** 热响应试验应遵循以下步骤：
- 1 制作测试孔；
 - 2 平整试验场地，提供水电驳接点；
 - 3 测试岩土体原始温度；
 - 4 测试仪器与测试孔的管道连接；
 - 5 水电等外部设备连接完毕后，对测试设备及外围设备的连接进行检查；
 - 6 对测试孔换热管道进行清洗、排气；
 - 7 启动测试设备，运转稳定后开始读取记录试验数据；试验结束后提取试验数据，分析计算得出岩土综合热物性参数。
- A.2.2** 岩土热响应试验应符合以下要求：
- 1 试验应连续不间断，持续时间不应少于 48h；

2 加热功率应保持恒定，试验过程中功率偏差范围不大于 $\pm 5\%$ 。地埋管出水温度稳定（连续 12h 变化不大于 1°C ）后，其温度宜与岩土原始平均温度相差 5°C 以上且维持时间不应少于 12h，放热试验时出水温度不宜高于 33°C ；

3 采用“无负荷循环法”测试岩土体初始平均温度时，地埋管出水温度连续 12h 变化不大于 0.5°C 后，持续时间不宜小于 12h；

4 地埋管换热器内流体流速设置应保证流体处于紊流状态，单 U 型埋管内流体流速应不小于 0.4m/s ，双 U 型埋管内流体流速应不小于 0.2m/s ；

5 岩土热响应试验采集参数应包括循环水流量、加热功率、进出管口水温，数据采集的时间间隔不应大于 10min；

6 试验结束后，做好测试孔的保护工作。

A.2.3 热响应试验前应尽量减少对测试孔原始地温的影响，重新进行热响应试验时应待岩土温度恢复后进行。

A.3 测试仪表

A.3.1 温度测量的允许误差为 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ，流量测量的允许误差为 $\pm 1\%$ ，功率测量的允许误差为 $\pm 1\%$ ，埋管深度测量的允许误差为 $\pm 0.5\%$ 。

A.3.2 测试温度、流量、功率的仪器仪表每年应至少进行 1 次标定。

A.4 试验数据处理

A.4.1 试验结束后，应提取试验数据进行相关参数计算。

A.4.2 岩土热响应试验计算参数包括：岩土综合导热系数、体积比热容等。

A.4.3 岩土综合导热系数可采用参数估计法或斜率法计算。

本规程推荐采用的参数估计法是最小二乘法，通过不断调整传热模型中岩土导热系数等热物性参数来降低实测的埋管中流体的平均温度 $T_{\text{exp},i}$ 和模型计算出的平均温度 $T_{\text{cal},i}$ 之间的差异，当差异的平方和最小时，传热模型中的岩土热物性参数值为所求结果。参数估计法的计算公式为：

$$f = \sum_{i=1}^n (T_{\text{exp},i} - T_{\text{cal},i})^2 \quad (\text{A.4.3-1})$$

式中： $T_{\text{exp},i}$ ——第 i 时刻实际测量的埋管中流体的平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)；

$T_{cal,i}$ ——第 i 时刻由模型计算出的埋管内流体的平均温度 (°C)，推荐采用线源模型和柱源模型等传热模型；

n ——试验测量的数据组数。

斜率法计算公式为：

$$\lambda_s = \frac{Q}{4\pi \cdot k \cdot H} \quad (\text{A.4.3-2})$$

式中： λ_s ——岩土综合导热系数[W/(m·°C)]；

Q ——地埋管换热器实际加热功率 (W)；

k ——地埋管进出水平均温度与时间对数关系的线性拟合直线的斜率；

H ——钻孔埋管深度 (m)。

A.4.4 应对现场测试资料进行综合分析，剔除因试验条件如气温变化等造成的异常数据。

附录 B 雄安新区第四系地层地质条件

B.0.1 雄安新区位于太行山以东平原区，地表出露地层为第四纪松散层，根据已有的勘察结果，雄安新区第四系沉积物厚度一般约 300m，成因类型以冲积、洪积、湖积为主。

全新统底板埋深一般 7~12m，向东逐渐加大，主要为冲积、冲（洪）积~湖积和湖积的堆积物。西北部地区，下部岩性为灰黄色粉土和粉质粘土，上部岩性多为黄棕色粉土，为冲积扇前缘和冲积扇前缘相；东北部下岩性为灰黄色粘土、粉质粘土、粉土夹粉质粘土，上部岩性为粉土夹粉质粘土、粉土，为冲积扇前缘~湖沼~冲积扇前缘~冲积扇前缘相；南部下部岩性为灰黄色、灰色粉质粘土，中部为黄棕色粉土，上部为灰色亚粘土、粉质粘土，为冲积扇前缘~湖沼~冲积扇前缘~冲积扇前缘~湖沼相。

上更新统底板埋深一般 50~60m，厚度由西向东增大，主要为冲洪积、冲（洪）积~湖积的堆积物，岩性以粉质粘土、粉土及不同粒级的砂、砂砾石为主，土层多呈灰黄~棕黄色。

中更新统底板埋深一般 70~80m，厚度约 20m，向南埋深逐渐加大，主要为冲洪积、冲（洪）积~湖积的含砂粉质粘土、粘土夹砂及砂砾石的堆积物。土层多呈棕黄、黄棕~棕红、棕褐色，局部有锈黄色。

下更新统覆盖于新近系之上，底板埋深约 300m，主要为冲洪积及冲（洪）积~湖积粘土、粉质粘土夹砂砾石。粘性土多以棕色为基色，多锈黄色及灰绿色。

B.0.2 地层恒温带深度 5~45m，平均深度为 26m，恒温带温度约为 15~18℃。新生界地温梯度在 2~2.4℃/100m 之间，100m 地温在 16.0~17.9℃之间。

B.0.3 雄安新区主要含水层为第四系含水层，主要可分为 4 个含水层组。第 I 含水层组和第 II 含水层组地下水为浅层地下水。浅层地下水可分为潜水和浅层承压水，主要赋存于多个不连续的主要含水层中，含水层岩性以细砂、粉砂、粉细砂为主，局部存在中砂、粗砂。大部分区域有效含水层厚度一般小于 40m，起步区内浅层地下水位埋深主要位于 10~45m 之间，其中水位 15~30m 的区域占了起步区面积的 90%以上，白洋淀周边区域地下水位埋深较浅，一般小于 5m。浅层地下水主要接受大气降水补给，同时接受农业灌溉、地表水入渗补给及侧向径流补

给。地下水主要排泄方式为人工开采，其次为径流和蒸发排泄。现状条件下，浅层地下水总体由西北向东南方向流动。

附录 C 雄安新区岩土热物性参数

C.0.1 雄安新区几种典型岩土的热物性参数见表 C.0.1。

表 C.0.1 热物性参数

岩土名称	导热系数 W/(m·°C)		比热容 kJ/(kg·°C)		热扩散系数 mm ² /s	
	范围	平均值	范围	平均值	范围	平均值
中砂	1.75~2.05	1.87	1.12~1.34	1.24	0.70~0.89	0.78
细砂	1.51~2.05	1.81	1.19~1.48	1.30	0.55~0.84	0.72
粉砂	1.47~1.92	1.68	1.23~1.40	1.33	0.50~0.70	0.61
粉~细砂	1.69~1.78	1.74	1.32~1.35	1.34	0.60~0.68	0.64
粉土	1.35~1.76	1.49	1.24~1.51	1.41	0.48~0.62	0.53
粉质黏土	1.32~1.58	1.43	1.27~1.68	1.45	0.42~0.58	0.49
粘土	1.21~1.77	1.43	0.93~1.66	1.49	0.39~0.85	0.49

附录 D 地埋管外径及壁厚

D.0.1 聚乙烯（PE）管外径及公称壁厚见表 D.0.1

表 D.0.1 聚乙烯（PE）管外径及公称壁厚（mm）

公称外径 D _e	平均外径		公称壁厚/材料等级		
	最小	最大	公称压力		
			1.0MPa	1.25MPa	1.6MPa
20	20.0	20.3	——	——	——
25	25.0	25.3	——	2.3 ^{+0.5} /PE80	——
32	32.0	32.3	——	3.0 ^{+0.5} /PE80	3.0 ^{+0.5} /PE100
40	40.0	40.4	——	3.7 ^{+0.6} /PE80	3.7 ^{+0.6} /PE100
50	50.0	50.5	——	4.6 ^{+0.7} /PE80	4.6 ^{+0.7} /PE100
63	63.0	63.6	4.7 ^{+0.8} /PE80	4.7 ^{+0.8} /PE100	5.8 ^{+0.9} /PE100
75	75.0	75.7	4.5 ^{+0.7} /PE100	5.6 ^{+0.9} /PE100	6.8 ^{+1.1} /PE100
90	90.0	90.9	5.4 ^{+0.9} /PE100	6.7 ^{+1.1} /PE100	8.2 ^{+1.3} /PE100
110	110.0	111.0	6.6 ^{+1.1} /PE100	8.1 ^{+1.3} /PE100	10.0 ^{+1.5} /PE100
125	125.0	126.2	7.4 ^{+1.2} /PE100	9.2 ^{+1.4} /PE100	11.4 ^{+1.8} /PE100
140	140.0	141.3	8.3 ^{+1.3} /PE100	10.3 ^{+1.6} /PE100	12.7 ^{+2.0} /PE100
160	160.0	161.5	9.5 ^{+1.5} /PE100	11.8 ^{+1.8} /PE100	14.6 ^{+2.2} /PE100
180	180.0	181.7	10.7 ^{+1.7} /PE100	13.3 ^{+2.0} /PE100	16.4 ^{+3.2} /PE100
200	200.0	201.8	11.9 ^{+1.8} /PE100	14.7 ^{+2.3} /PE100	18.2 ^{+3.6} /PE100
225	225.0	227.1	13.4 ^{+2.1} /PE100	16.6 ^{+3.3} /PE100	20.5 ^{+4.0} /PE100
250	250.0	252.3	14.8 ^{+2.3} /PE100	18.4 ^{+3.6} /PE100	22.7 ^{+4.5} /PE100
280	280.0	282.6	16.5 ^{+3.3} /PE100	20.5 ^{+4.1} /PE100	25.4 ^{+5.0} /PE100
315	315.0	317.9	18.7 ^{+3.7} /PE100	23.2 ^{+4.6} /PE100	28.6 ^{+5.7} /PE100
355	355.0	358.2	21.1 ^{+4.2} /PE100	26.1 ^{+5.2} /PE100	32.2 ^{+6.4} /PE100
400	400.0	403.6	23.7 ^{+4.7} /PE100	29.4 ^{+5.8} /PE100	36.3 ^{+7.2} /PE100

附录 E 地源热泵系统水压试验

E.0.1 试验压力:

1 当工作压力小于等于 1.0MPa 时, 应为工作压力的 1.5 倍, 且不应小于 0.6MPa;

2 当工作压力大于 1.0MPa 时, 应为工作压力加 0.5MPa。

E.0.2 水压试验宜采用手动泵缓慢升压, 升压过程中应随时观察与检查, 不得有渗漏; 不得以气压试验代替水压试验。

E.0.3 地埋管地源热泵系统水压试验应符合以下要求:

1 不应在有结冰危险的寒冷天气中进行水压测试; 不应使用空气进行压力测试;

2 竖直地埋管换热器下入钻孔前, 做第一次水压试验。在试验压力下, 稳压至少 15min, 稳压后压力降不应大于 3%, 且无泄漏现象; 将其密封后, 在有压状态下插入钻孔, 完成灌浆之后保压 1h;

3 竖直地埋管与环路集管连接完成后进行第二次水压试验。在试验压力下, 稳压至少 30min, 稳压后压力降不应大于 3%, 且无泄漏现象;

4 环路集管与机房分集水器连接完成后, 管沟回填前进行第三次水压试验。在试验压力下, 稳压至少 2h, 稳压后压力降不应大于 3%, 且无泄漏现象;

5 地埋管地源热泵系统工程全部安装完毕, 且冲洗、排气及回填完成后, 进行第四次水压试验。在试验压力下, 稳压至少 12h, 稳压后压力降不应大于 3%。

E.0.4 闭式地表水地源热泵系统水压试验应符合以下要求:

1 换热盘管组装完成后, 做第一次水压试验, 在试验压力下, 稳压至少 15min, 稳压后压力降不应大于 3%, 且无泄漏现象;

2 换热盘管与环路集管装配完成后, 进行第二次水压试验, 在试验压力下, 稳压至少 30min, 稳压后压力降不应大于 3%, 且无泄漏现象;

3 环路集管与机房分集水器连接完成后, 进行第三次水压试验, 在试验压力下, 稳压至少 12h, 稳压后压力降不应大于 3%。

附录 F 地源热泵系统工程检验方法和验收记录

表 F.0.1 地埋管换热系统检验方法

项目类别		检验方法	检查数量
主控项目	管材、管件等材料	核查产品合格证、出厂检测报告、产品说明书及产品性能检测报告	全数检查
	地埋管的材质、直径、壁厚及长度	观察、尺量，按设计图纸核对	每批次随机抽查 10%，且不少于 10 件；少于 10 件的，全数检查
	埋管安装位置和深度	尺量、旁站检查，按设计图纸核对	随机抽查 10%，且不少于 10 件；少于 10 件的，全数检查
	回填料及其配比	检查配比单，与实物对照检查	每个竖直或水平换热器回填料时抽样检查不少于 1 次
	冲洗和水压试验	旁站检查，核查冲洗、水压试验记录	全数检查
	环路流量	观察检查；核查施工安装记录	全数检查
	环路循环介质阻力	通水试验	按环路支路全数检测
	换热器换热功率	换热试验	按 2%环路支路抽样，且不少于 2 个
一般项目	管材、管件等材料包装	观察检查	每批次随机抽查 10%，且不少于 10 件；少于 10 件的，全数检查
	管道连接方法	观察检查，按设计图纸、产品使用说明书核对	随机抽查 10%，且不少于 10 件；少于 10 件的，全数检查
	钻孔、管沟位置和深度	测斜仪、钢卷尺、经纬仪、测绳等量测，按图纸核对；核查成孔施工与检测记录	随机抽查 10%，且不少于 10 个；少于 10 个的，全数检查
	地埋管区域标志或标明管线定位带	观察检查	全数检查
	阀门井施工质量	观察检查，核查阀门井验收记录	全数检查

表 F.0.2 热泵机房系统检验方法

项目类别		检验方法	检查数量
主控项目	产品型号、规格、性能及技术参数	观察，尺量检查，核查产品质量证明文件	全数核查
	热泵机组、附属设备安装质量	观察，量测检查	全数检查
	管道安装质量	观察，尺量检查，按设计图纸核对	按数量抽检 10%，且不少于 10 件（处）；少于 10 件（处）的，全数检查
	阀门、仪表安装质量	观察，按设计图纸核对，核查试验记录	全数检查
	水泵安装质量	观察检查	全数检查
	设备基础施工质量	观察，尺量检查，按设计图纸核对	全数检查
一般项目	热泵机组、附属设备、管道及其配件的绝热	观察检查	按数量抽检 10%，且不少于 10 件（处）；少于 10 件（处）的，全数检查
	防腐防锈处理	观察检查，按图纸核对	按数量抽检 10%，且不少于 10 件（处）；少于 10 件（处）的，全数检查。
	设备间地面排水系统	观察检查，按图纸核对	全数检查

表 F.0.3 地埋管换热系统分项工程验收表

编号：

工程名称				分项工程名称					
施工单位				专业工长		项目经理			
分包单位				分包项目经理		施工班组长			
施工执行标准 名称及编号									
检查内容				施工单位检查 评定记录		监理（建设）单位 验收记录			
主控 项目	管材、管件等材料要求		第 7.2.1 条						
	地埋管的材质、直径、壁厚及长度		第 7.2.1 条						
	垂直和水平埋管的安装位置和深度		第 7.2.1 条						
	回填料及其配比要求		第 7.2.1 条						
	管道系统水压试验要求		第 7.2.1 条						
	各环路流量及平衡要求		第 7.2.1 条						
	环路支路的循环介质阻力和换热功率检测要求		第 7.2.1 条						
一般 项目	管材、管件等材料的外观、包装要		第 7.2.2 条						
	管道的连接方法要求		第 7.2.2 条						
	允许 偏差	钻孔孔位	第 7.2.2 条						
		钻孔深度							
		钻孔垂直度							
		水平埋管管沟位置							
		水平埋管管沟标高							
	地埋管区域标志要求		第 7.2.3 条						
	阀门井施工质量要求		第 7.2.4 条						
施工单位检查 评定结果		项目专业质量检查员： (项目技术负责人) 年 月 日							
监理（建设）单位 验收结论		监理工程师： (建设单位项目专业技术负责人) 年 月 日							

表 F.0.4 热泵机房系统分项工程验收表

编号：

工程名称		分项工程名称			
施工单位		专业工长		项目经理	
分包单位		分包项目经理		施工班组长	
施工执行标准 名称及编号					
应用技术规范的规定				施工单位检查 评定记录	监理（建设） 单位 验收记录
主控项目	热泵机组、附属设备、阀门、仪表、水泵、管材、 管件及绝热材料等产品的型号、规格、性能及技术 参数要求	第 7.3.1 条			
	热泵机组、附属设备的安装要求	第 7.3.1 条			
	管道的安装要求	第 7.3.1 条			
	阀门、仪表的安装要求	第 7.3.1 条			
	水泵的安装要求	第 7.3.1 条			
	机房内的设备基础施工质量要求	第 7.3.1 条			
一般项目	热泵机组、附属设备、管道及其配件的绝热要求	第 7.3.2 条			
	热泵机组、附属设备、管道、阀门、支吊架防腐 防锈处理要求	第 7.3.2 条			
	热泵机组、附属设备及其管道系统的设备间地面 排水系统要求	第 7.3.2 条			
施工单位检查 评定结果		项目专业质量检查员： （项目技术负责人） 年 月 日			
监理（建设）单位验 收结论		监理工程师： （建设单位项目专业技术负责人） 年 月 日			

表 F.0.5 地源热泵系统竣工验收表

编号：

工程名称			系统类型		
开工日期			竣工日期		
施工单位			技术负责人		
项目经理			项目技术负责人		
序号	项目	验收记录			验收结论
1	分项工程	共____个分项工程，分项工程符合设计和规程要求____个			
2	质量控制资料核查	共____项，经核查符合要求____项，经核定符合设计和规程要求____项			
3	安全与功能性检测资料核查	共____项，经审查符合要求____项，经核定符合设计和规程要求____项			
4	观感质量验收	共抽查____项，符合要求____项，不符合要求____项			
5	竣工验收结论				
参加 验收 单位	建设单位	勘察单位	设计单位	施工单位	监理单位
	(公章)	(公章)	(公章)	(公章)	(公章)
	项目负责人	项目负责人	项目负责人	项目负责人	项目负责人
	年月日	年月日	年月日	年月日	年月日

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 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 《空调通风系统清洗规范》 GB 19210
- 2 《建筑给水排水设计标准》 GB 50015
- 3 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50019
- 4 《供水水文地质勘察规范》 GB 50027
- 5 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 6 《建设工程施工现场供用电安全规范》 GB 50194
- 7 《建筑地基工程施工质量验收标准》 GB 50202
- 8 《砌体结构工程施工质量验收标准》 GB 50203
- 9 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB 50242
- 10 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243
- 11 《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》 GB 50274
- 12 《空调通风系统运行管理规范》 GB 50365
- 13 《地源热泵系统工程技术规范》 GB 50366
- 14 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
- 15 《通风与空调工程施工规范》 GB 50738
- 16 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015
- 17 《水泵流量的测定方法》 GB/T 3214
- 18 《设备及管道绝热效果的测试与评价》 GB/T 8174
- 19 《制冷系统及热泵安全与环境要求》 GB/T 9237
- 20 《蒸气压缩循环冷水（热泵）机组性能试验方法》 GB/T 10870
- 21 《给水用聚乙烯（PE）管材》 GB/T 13663
- 22 《地下水质量标准》 GB/T 14848
- 23 《空气调节系统经济运行》 GB/T 17981
- 24 《水源热泵机组》 GB/T 19409
- 25 《土工试验方法标准》 GB/T 50123
- 26 《可再生能源建筑应用工程评价标准》 GB/T 50801

- 27 《埋地塑料给水管道工程技术规程》 CJJ 101
- 28 《浅层地热能勘查评价规范》 DZ/T 0225
- 29 《地质岩心钻探规程》 DZ/T 0227
- 30 《水文水井地质钻探规程》 DZ/T 0148
- 31 《河北省有限空间作业安全规范》 DB13/T 5023
- 32 《水质采样样品的保存和管理技术规定》 HJ 493
- 33 《水质采样技术指导》 HJ 494
- 34 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33
- 35 《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ 46
- 36 《建筑施工安全检查标准》 JGJ 59
- 37 《居住建筑节能检测标准》 JGJ/T 132
- 38 《公共建筑节能检测标准》 JGJ/T 177
- 39 《浅层地热能开发地质环境影响监测评价规范》 NB/T 10274

雄安新区地方标准

雄安新区地埋管地源热泵系统工程技术
规程

DB1331/T 063-2023

条文说明

目 次

1 总 则	48
4 工程勘察	49
4.1 一般规定	49
4.2 场地调查	49
4.3 浅层地热能勘察	50
5 工程设计	53
5.1 一般规定	53
5.2 地埋管换热系统设计	53
5.3 热泵机房系统设计	56
6 工程施工	57
6.1 一般规定	57
6.2 地埋管换热系统施工	57
6.3 热泵机房系统施工	59
7 工程验收	60
7.1 一般规定	60
7.2 地埋管换热系统工程验收	60
7.5 竣工验收	60
9 系统运行维护	61
9.1 一般规定	61
9.2 热泵机房系统运行管理	61
9.3 地热能交换系统运行管理	62
9.5 节能运行管理	63

1 总 则

1.0.2 《河北雄安新区综合能源专项规划》提出：“有序开发浅层地热能，优先利用地埋管热泵技术，原则上不采用水源热泵”，因此本规程仅针对地埋管地源热泵系统工程，地表水源热泵、地下水源热泵不在本规程适用范围。此外，随着地源热泵技术的发展，通常埋深超过 1000m 的中深层地埋管换热器系统技术也逐渐得到应用，本规程中地埋管换热器仅指埋深不超过 200m 的浅层地埋管换热系统，中深层地埋管换热器系统不在本规程的适用范围。

满足雄安新区相关规划及国土空间保护要求是进行浅层地热能开发的前提条件。按照雄安新区总体规划及能源专项规划等要求，雄安新区的建设发展要以资源环境承载能力为刚性约束条件，实施全域分区空间管控。地源热泵系统地下换热器需要占用地下空间，在勘察与施工过程中，要关注埋管区域是否存在或规划有生态保护红线、永久基本农田、绿化带，是否为城镇控制开发边界、地下空间开发边界等，以满足构建规模适度、空间有序、用地节约集约的发展新格局的要求，为今后雄安新区的地下空间工程开发利用保留余地。

地质条件直接影响地下换热器的施工安装难易程度和换热量，雄安新区虽然 200m 深度范围内以第四系松散沉积物为主，但地层结构、水文地质、地温场等地质条件因地域的不同存在一定的差异。此外，不同类型建筑或设施的冷热负荷需求和特点不同，而不同的冷热用能特性不仅决定地源热泵系统配置，同时对地下换热器换热效率及系统运行也产生影响。因此，地埋管地源热泵系统的工程应用应综合考虑上述因素。

4 工程勘察

4.1 一般规定

4.1.1 工程勘察的主要目的是查明拟建场地的地质条件，获得岩土热物性参数，为工程设计、施工提供依据。工程勘察包括工程场地状况调查和浅层地热能勘察。工程场地状况及浅层地热能禀赋是合理应用地源热泵系统的基础，方案设计时应根据调查及勘察结果，选择适合的地源热泵系统。

4.1.2 合理制定勘察方案是确保地源热泵系统工程勘察质量的基础，地质、水文地质资料是编制勘察方案的重要依据。地源热泵系统工程勘察的专业性强，建议由具有相应勘察能力的专业机构承担。

4.2 场地调查

4.2.2 工程场地状况调查应包括下列内容：

1 工程场地可利用面积应满足埋设地埋管换热器（地埋管换热系统）的需要。同时应满足运输、置放和操作施工机具及埋设室外管网的需要；

2 场地内建筑包括地上建筑和地下建筑，建筑又分为建筑物和构筑物，建筑物一般指供人居住、工作、学习、生产、娱乐以及进行其他社会活动的房屋。构筑物指房屋以外的工程建筑，如围墙、水井、水塔、烟囱等。为合理地布设室外埋管换热器，满足雄安新区对地下空间规划和利用要求、开发强度和边界等，需掌握场地内建筑的位置、占地面积以及基础所占空间等，因此做此规定；

3~4 市政管网主要指电力、电信、网络、通讯、热力、燃气、雨水排水、污水排水等管网，包括在地面以上敷设和地面以下敷设情况，进行场地状况调查时，要考虑市政管网对地下换热器埋设区域的限制和要求。

4.3 浅层地热能勘察

4.3.1 本条文为地埋管地源热泵系统工程的主要勘察内容。除本条文规定外，也可根据工程需要增加勘察内容。已有的研究表明，地下水渗流场对地埋换热器换热能力和换热区地温场分布有较大的影响。

勘察采用地质钻探、岩土原始温度测试、岩土热响应试验等手段进行。地质钻探主要查明岩土体结构、岩性及空间分布和获取岩土层样品；岩土原始温度测试主要目的是查明岩土层温度场；岩土热响应试验是为获取勘察深度范围岩土体综合热物性参数。

岩土体的热物性参数，包括导热系数、密度及比热等。若埋管区域已具有权威部门认可的岩土体热物性参数，可直接采用已有数据，否则应进行岩土体热物性测定。测定方法可采用实验室法或现场测定法。实验室法是指对勘探孔不同深度或探槽不同水平长度的岩土体样品进行室内测定，并以其深度或长度加权平均，计算该勘探孔或探槽的岩土体热物性参数；现场测试法一般是指岩土热响应试验。

4.3.2 雄安新区位于太行山以东平原区，地表出露地层为第四纪松散层。据已有资料，雄安新区地层岩性主要包括粉土、粉质粘土、粉土夹粉质粘土、砂粉质粘土、粘土夹砂及砂砾石的堆积物、粉质粘土夹砂砾石、粘性土等，在垂直方向上变化较大，为探明可能存在的地质起伏变化，并方便后续热响应试验孔或测温孔的顺利制作，勘探孔深度应比预计的埋管深度深 5m。本条中勘探孔数量要求是综合地源热泵系统工程性质、地区地质特点和工程勘察经验确定的；

1~3 地源热泵工程规模越大，负荷越高，产生地质和换热能力变化的可能性就越大，因此勘探孔的数量应随系统应用建筑面积的增大而增加，使勘察结果可以代表换热孔布置区域的地质条件和换热条件；

4 对于大中型地源热泵项目，通常设计成分区埋管，此时，勘探孔数量应保证每个区块的勘察精度，按照本条 1~2 款规定执行。

4.3.3 由于拟建工程场地条件的多样性，很难对勘察孔的布置方式做出统一规定，本条文仅提出原则性要求。勘探孔的位置尽量分散布置，使勘察结果可以代

表换热孔布置区域的地质条件。通常，当勘察孔数量 2 个时，可在中心控制线两端或场地对角线两端布置；3 个以上钻孔时，可根据拟建工程场区的实际情况采用“之”型、梅花型等钻孔布置方案。

4.3.4 岩土体原始温度是地埋管地源热泵工程地下换热器设计的重要参数之一，需准确测定。原始状态岩土体温度受地区气候、地层岩性、构造运动的影响，不同地区的地温及其在垂直方向的变化存在差异。岩土体原始温度分布可采用埋设温度传感器法或水温平衡法等进行测试。埋设温度传感器法是在竖直地埋管换热器不同深度埋设温度传感器，通过读取温度传感器的数值来确定不同深度岩土体温度，各测点温度的算术平均值也为岩土初始平均温度。水温平衡法是地埋管换热器安装完成后在管内充满水，静置至少 72h 后管内的水与岩土体达到热平衡，然后下放温度传感器测试不同深度处温度，得到岩土体的温度分布。

1 地温测试孔在施工过程中受钻进循环液体和埋管回填的影响，地温会发生变化，地温恢复时间与施工期气温、施工周期、岩土体结构和地下水渗流场等因素相关。因此，岩土层原始地温测试需要待地温恢复后进行，根据以往经验，要求恢复时间不少于 72h；若勘探孔采用灌注水泥砂浆的回填方式，则应适当延长恢复时间，建议静置 10d 左右进行原始地温测量；也可利用间隔 2 天的地温测试值相差 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 为判断依据；

2 雄安新区地温垂向分布分层明显，依次分为变温层、恒温层和增温层。变温层底界埋深一般在 11~26m，地温受气温影响大，变化幅度也较大；恒温层底界埋深约在 12~33m，温度基本稳定不变，但有的测试孔恒温层不到 1m；增温层地温梯度一般介于 $1.9\sim 3.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 之间，数值差别较大，雄安新区地层条件存在明显差异，因此，本条按照不同埋深给出不同的测温点间距。此外，建议结合实际情况加密测温点间距，控制在 1~2m；

3 参考相关规范要求并结合常用测温仪器的测温精度综合确定温度误差。

4.3.5 当设计采用数值模拟方法对换热区进行热平衡分析时，利用土层综合热物性参数和分层热物性参数可显著提高数值模拟的精准度；主要岩土层是指连续分布厚度大于 5m 的岩土层。

4.3.6 勘察报告应包括所有勘察信息，以满足后续设计、施工的需求。

1 主要说明拟建建筑性质、建设规模及冷热负荷特征；勘察工作的目的任务、依据和执行的技术标准等；

2 简述勘察区以往地质工作程度，场地内已有及规划的建筑、市政管线、交通设施、水电，以及浅层地热能开发利用现状等工程场地状况调查结果；

4 论述勘察区的地层特征、含水层分布及特征、地温场特征。地层特征主要描述地层层序、岩性、空间分布、地层常规物理指标；含水层空间及特征主要描述含水层空间分布、水位标高、径流方向、水力梯度等；地温场特征主要描述变温层和恒温层底界深度、恒温层温度、增温层地温梯度等。据以往研究资料，雄安新区地质条件可参考附录 B；

5 岩土热物性参数包括导热系数、比热容和热扩散系数等，可根据岩土热响应试验和室内测试获得；热响应试验描述应包含计算条件、方法、试验过程、相关曲线及参数计算结果，当有两个及以上试验孔时提供平均值；室内测试结果描述时应分层统计，提供样品个数，岩土层导热系数、比热容、热扩散率算术平均值、最小值和最大值。根据前期测试结果，雄安新区地层热物性参数可参考附录 C；

7 地下换热器换热能力是地埋管地源热泵系统设计和运行需要掌握的重要指标，与地质条件、换热器结构、循环介质温度等密切相关。在勘察阶段基于已查明的地层结构和参数，在常用换热器结构和多种循环液温度条件下计算换热器换热功率，估算可供埋管区域总的换热功率，评价地埋管地源热泵系统的适宜性，供设计参考使用；

11 根据前 10 款的工作成果给出拟建场地地质条件特征、岩土热物性参数值、合理的开发利用和地温场监测建议、拟建工程实施的可行性分析等。

5 工程设计

5.1 一般规定

5.1.1 地源热泵系统应依据前期工程勘察报告进行设计。在设计时，应通过技术经济分析确定是否需要增设辅助热源、蓄热（冷）装置或其他节能设施。这种复合式冷热源系统通常可采用冷却塔、水冷冷水机组或空气源热泵机组与其他冷热源设备组成的系统。

5.2 地埋管换热系统设计

5.2.3 第三款中聚乙烯管应符合 GB/T 13663 的要求。采用其他管材应满足本条文中对管材性能的要求，同时符合国家相应产品标准要求。

5.2.4 第四款目的是确保系统及时排气和加强换热。

5.2.5 对冬、夏运行期间地埋管换热器进、出口温度的规定，是出于对地源热泵系统节能性的考虑，同时保证热泵机组的安全运行。在夏季，如果地埋管换热器出口温度高于 33℃，地源热泵系统的运行工况与常规的冷却塔相当，无法充分体现地源热泵系统的节能性；在冬季，制定地埋管换热器出口温度限值，是为了防止温度过低，机组结冰，系统能效比降低。

但地埋管地源热泵系统设计时进出口温度的确定，还应考虑对全年运行能效的影响；在对有利于提高冬夏全年运行能效和节能量的条件下，夏季运行期间地埋管换热器出口温度和冬季运行地埋管换热器进口温度可做适当调整。

5.2.6 全年冷、热负荷平衡失调，将导致地埋管区域岩土体温度持续升高或降低，从而影响地埋管换热器的换热性能，降低地埋管换热系统的运行效率。因此，地埋管换热系统的设计应考虑全年冷热负荷的影响。

5.2.7 地源热泵系统最大释热量与建筑设计冷负荷相对应。包括：各空调分区内热泵机组释放到循环水中的热量（空调负荷和机组压缩机耗功）、循环水在输送

过程中的得热量、水泵释放到循环水中的热量，即：系统最大释热量= $\sum[\text{空调分区冷负荷} \times (1 + 1/\text{EER})] + \sum\text{输送过程得热量} + \sum\text{水泵释放热量}$ 。

地源热泵系统最大吸热量与建筑设计热负荷相对应。包括：各空调分区内热泵机组从循环水中的吸热量（空调热负荷，并扣除机组压缩机耗功）、循环水在输送过程的失热量并扣除水泵释放到循环水中的热量，即：系统最大吸热量= $\sum[\text{空调分区热负荷} \times (1 - 1/\text{COP})] + \sum\text{输送过程失热量} - \sum\text{水泵释放热量}$ 。

5.2.8 系统最大释热量和吸热量相差较大时，增设如太阳能加热器、锅炉等辅助热源或冷却塔等辅助散热的措施，经济性较好，同时还可避免因吸热与释热不平衡引起岩土体温度的降低或升高。

5.2.9 地埋管换热器换热效果受岩土体热物性及地下水流动情况等地质条件影响非常大，使得不同地区，甚至同一地区不同区域岩土体的换热特性差别都很大。为保证地埋管换热器设计符合实际，满足使用要求，通常设计前需要对现场岩土体热物性进行测定，并根据实测数据进行计算。此外建筑物全年动态负荷、岩土体温度的变化、地埋管及传热介质特性等因素都会影响地埋管换热器的换热效果。因此，考虑地埋管换热器设计计算的特殊性及其复杂性，宜采用专用软件进行计算，该软件应具有以下功能：

- 1 能计算或输入建筑物全年动态负荷；
- 2 能计算当地岩土体平均温度及地表温度波幅；
- 3 能模拟岩土体与换热管间的热传递及岩土体长期储热效果；
- 4 能计算岩土体、传热介质及换热管的热物性；
- 5 能对所设计系统的地埋管换热器的结构进行模拟（如钻孔直径、换热器类型、灌浆情况等）。

目前，在国际上比较认可的埋管换热器的计算核心为瑞典隆德大学开发的 g-functions 算法。根据程序界面的不同主要有：瑞典隆德大学（Lund University）开发的 EED 程序；美国威斯康星大学（University of Wisconsin-Madison）Solar Energy 实验室（SEL）开发的 TRNSYS 程序；美国俄克拉荷马大学（university of Oklahoma）开发的 GLHEPRO 程序。

5.2.10 分区设置地埋管换热系统与集中设置相比,便于地下土壤温度场的恢复,在部分负荷工况下,可实现地埋管换热系统各换热环路的轮换或间歇运行,有利于增强岩土体的换热能力,便于系统分区管理、维护,提高地埋管换热系统使用的可靠性。当整片场地均匀布设地埋管时,在场地中心埋管间距宜取大值,在场地四周宜取小值的布设方式,也是为了保证地埋管运行的间歇性和地温的恢复。

5.2.11 当地埋管地源热泵项目可利用地表面积较大,浅层岩土体的温度及热物性受气候、雨水、埋设深度影响较小时,经技术经济分析后可以采用水平埋管,否则宜采用竖直地埋管换热器,埋管形式和位置应根据地质条件选择。在没有合适的室外用地时,可采用在建筑物下、建筑桩基内等埋管方式。建筑物下埋管是指在建筑基桩之间埋设换热器,换热器与桩之间的距离应满足桩基设计的要求。桩基内埋管是指将 U 形管捆扎在建筑物基桩的钢筋网架上,然后浇灌混凝土,使 U 形管固定在基桩内,这种埋管方式不额外占用室外地面空间,且由于桩内浇灌混凝土,换热性能优于传统地埋管,这种形式换热系统也称为能源桩。由于能源桩既是建筑的冷热源,又兼具结构的承载性能,因此也应与结构专业设计人员共同设计。

5.2.13 为避免换热短路,钻孔间距应通过计算确定,一般宜 4m~6m。岩土体吸、释热量平衡时,宜取小值;反之,宜取大值。

5.2.14 水平埋管埋设深度应以不受外界气温日变化影响和避免相互热干扰为宜,且要同时考虑对埋管的保护。对于年供冷和供暖负荷基本平衡的水平地埋管系统,可在挖掘机较经济的挖掘深度范围内(如 5.0m)布置地埋管,并可分层布置。

5.2.16 本条文规定利于水力平衡及降低压力损失。供、回水环路集管的间距不小于 0.6m,是为了减少供回水管间的热传递。

5.2.18 雄安新区最冷 1 月平均气温约-5℃,极端最低气温可低于-20℃,为避免地埋管换热系统受冻,应设置必要的防冻保护和泄露报警装置。

5.2.20 根据地埋管材料、施工和输送成本综合比较的经济比摩阻范围。考虑到大型工程埋管占地面积较大,埋管系统管线较长,可能还需要分区设置,此时连

接各区域分、集水器和热泵机组的管道管径、流量都较大，可参考空调水系统经济比摩阻进行选择。

5.2.21 地埋管换热系统根据建筑负荷变化进行流量调节，可节省运行电耗。

5.3 热泵机房系统设计

5.3.4 出于供能安全性和调节性角度考虑，两台及以上热泵机组可以提高大型系统的安全性，调节也更加灵活。

5.3.7 当水温达到设定温度时，地源热泵机组应能减载或停机。用于供热时，地源热泵机组应保证足够的流量以防止机组出口端结冰。

6 工程施工

6.1 一般规定

6.1.4 当室外环境温度低于 0℃时，钻井液可能会结冰，也可能对施工设备造成一定损害，且地埋管物理力学性能也会有所降低，导致施工质量难以得到保证，在此情况下不应进行地埋管换热器的施工。

如果冬季施工工期有严格限制，应做好保温、防风、防雨、防雪等各项保护措施，并且调整施工工艺，如：地埋管换热器下管后应及时将水吹出、抽出孔口部分泥浆并使浆面始终低于冻土层深度、及时回填封孔防止结冰、确保水平环路集管焊接工作区域环境温度高于 5℃、水平环路集管全部采用电熔焊接工艺或无焊点连接工艺等，在确保施工质量的前提下方可进行地埋管换热器及水平环路集管的施工。

6.2 地埋管换热系统施工

6.2.1 第二款主要目的是方便竖直 U 形管与环路集管对接，U 形管的组对长度宜大于换热孔设计深度 1~2m，以使下管完毕后地埋管上端应高出地面；及时密封 U 形管的开口端部，以防止杂物进入。

6.2.2 本条文为竖直地埋管钻探施工的要求：

1 不同的地层条件、孔径、孔深要求钻机的性能也不同，应采用相适应的钻机及钻进工艺。换热孔钻孔方法应根据地质条件选择：1) 第四系细颗粒地层宜采用回转钻进；2) 第四系粗颗粒地层宜采用回转钻进或冲击钻进；

2 换热孔孔壁稳定是保障后续下管和注浆回填顺利进行的前提，当浅部填土较厚和含较多杂质时，钻孔采用护筒护壁，其它地层可用泥浆护壁；如遇钻孔孔壁不牢固或回填土等复杂地层而导致成孔困难时，应设护壁套管或用钻孔泥浆护壁，护壁套管内径应与设计钻孔口径一致；

5 垂直偏差度指钻孔底部中心在水平方向偏离孔口中心垂线的距离与钻孔垂直深度的百分比。目前雄安新区竖直地埋管深度多在 80m~150m 之间，间距

在 4m~6m 之间，垂直度偏差过大可能导致钻孔相交，损坏已埋设的地埋管，或因两管距离过近影响热交换效率。为保证钻孔垂直，钻进设备安装应稳固、水平，钻塔天车和钻机立轴及孔口中心在同一直线上；钻进时应使用导向钻具、采取减压钻进等措施；

7 当在建筑物下进行竖直地埋管钻探施工时，本规程规定禁止在基坑内开挖泥浆池，目的是为避免扰动基底的原状土层，威胁建筑物安全。

6.2.3 本条文对地埋管下管作了规定：

2 保持有压状态将换热管下入孔内，目的是消除在下管过程中受孔壁及其它外力导致换热管变形，如回填料通过注浆管回填，则注浆管与换热管一同下入钻孔；

3 目的是减轻 U 型管支管之间热影响；

4 地源热泵工程竖直地埋管埋设在基础下时，埋管一般在基坑开挖前进行，因地埋管在孔内自然弯曲变形、钻孔超深等因素可能导致地埋管下沉，竖直地埋管的长度应在设计换热长度的基础上适当增加富余量，防止基坑超挖引起安全事故。在地埋管的端部用醒目的方式进行标识，便于在挖土时识别，防止挖土机械损坏地埋管。

6.2.4 本条文对竖直地埋管钻孔回填作了规定：

1 孔底注浆工艺可有效遏制塌孔、缩径所造成的回填不实、甚至地面塌陷等现象。根据以往施工经验，非软土地区回填料的回填大多采用孔口人工回填+自然沉降的方式，也可满足回填的技术要求；

2~3 回填材料应与周围岩土相适应，宜具有良好的导热性能和密封低渗透性能，其导热系数不宜低于钻孔外岩土体的导热系数；

4 雄安新区水文地质调查成果表明，起步区内浅层地下水位埋深主要位于 10~45m 之间，其中水位埋深 15~30m 的区域占起步区面积的 90%以上，含水层岩性以细砂、粉砂为主。地埋管钻孔在钻进过程中将揭穿多层含水层，且由于承压含水层埋深较浅，当基坑开挖时换热孔易产生渗水、涌砂等不良地质现象影响基坑安全，因此钻孔回填时，在基坑开挖深度和基坑底部一定深度范围内需要重视回填的止水效果。

6.2.5 第五款为保证回填均匀且回填料与管道紧密接触，回填应在管道两侧同步进行，管道之间的回填压实应与管道和槽壁之间的回填压实对称进行。回填土应采用人工逐层均匀压实，严禁压实机具直接作用在管道上，使管道受损。

6.2.7 埋管区域采用永久目标进行定位，不可以树木、灌木、花园等作为标识，每孔地埋管换热器都应建立数据档案，包括定位坐标、实际深度、钻孔完成时间等。

6.2.9 雄安新区地表水系丰富，有大量的湖泊、河道和地面水景，因此可能会有浅层地埋管敷设在这些水体下。但由于敷设在河道底的地埋管无法检修，尽量避免采用此种方式，如需采用，河道底应采用非集管连接方式。其他敷设要求也应严格按照本条文执行，确保工程质量和后期运行维护检修。

6.3 热泵机房系统施工

6.3.2 编制热泵机组和重要辅助设备的吊装施工方案，是为了保证吊装就位过程中人员与设备安全以及施工顺利进行。设备安装前需勘查的设备基础和现场施工条件包括：1）设备基础平面尺寸、基础相对位置、基础承载力；2）预留孔洞尺寸与位置、吊钩位置、支吊架预埋件位置等预留、预埋情况；3）主要设备进入机房路线、进出机房预留孔洞。

6.3.7 如果冷、热转换阀门关闭不严，会造成系统制冷（热）效果差、效率低、耗电量大，同时会引起地源侧和末端侧的串通，增加地埋管承受的压力，给系统安全性带来隐患。

6.3.8 空调水系统安装完毕后，内有泥沙、焊渣或其他施工污物，如不冲洗，在随流水循环过程中，极易堵塞在热泵机组冷凝器、蒸发器的换热管束内，导致制冷（热）量下降。因此在空调水系统安装完毕后，应进行系统整体冲洗，冲洗前应将管道上安装的孔板、滤网、温度计、调节阀等拆除，关闭主要设备的阀门，冲洗完毕应清除除污器（或过滤器）内污物，恢复原管道系统。

7 工程验收

7.1 一般规定

7.1.5 系统主要组成材料、配件、部件和设备的进场验收是把好材料合格关的重要环节：

1 系统主要组成材料、配件、部件和设备可以通过目视和简单的尺量、称重、敲击等方法进行检查的质量；

2 质量证明文件的核查是为了判定系统主要组成材料、配件、部件和设备内在质量，这些质量证明文件应纳入工程技术档案。必要时，进行施工现场抽样送检。

7.2 地埋管换热系统工程验收

7.2.1 第七款地埋管换热器施工属于隐蔽工程，其施工特点具有一次性、不可逆性，虽然在施工安装过程中每个环节均需进行质量控制，但安装施工完成后的换热器成品性能是否满足设计要求是地埋管换热器施工验收的重要环节。地埋管换热器循环介质阻力和换热功率是后续系统输送、辅助冷热源等配置的重要依据，也是施工安装质量的直接体现，应符合相关设计要求。

7.5 竣工验收

7.5.3 质量控制资料主要包括：图纸会审记录、设计变更单、洽商记录和竣工图；系统主要材料、设备、部件和配件的产品合格证、出厂检测报告、产品性能检测报告、进场抽检试验报告；隐蔽工程检查验收记录和相关图像资料；成孔、开沟、回填等施工安装记录；分项工程验收记录等。

安全和功能性检验资料包括：水压试验记录；设备单机调试与试运行记录；系统调试与试运行记录；系统试运行记录等。

9 系统运行维护

9.1 一般规定

9.1.1 地源热泵系统制冷（热）量、土壤温度变化、循环水温变化以及机组、水泵、末端装置等设备耗电量等运行参数数据，是分析岩土体热平衡、热泵系统运行状况、能耗状况等问题的重要依据。根据全年运行参数的分析，调整优化地源热泵系统的运行策略，切换运行参数和时间，保证系统运行热平衡，提高系统运行效率。

9.2 热泵机房系统运行管理

9.2.2 本条文对热泵机组的运行管理作了规定。

1 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，且避免超出 GB/T 19409 规定的正常工作范围，否则不仅热泵机组性能低，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，影响机组安全运行。如果地源侧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；

2 为减少地源热泵系统运行能耗，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。应结合运行方案，根据室外环境参数、室内使用情况、机组实际负荷等及时调整开机数量；

3 多台热泵机组运行时，可能存在后投入或先撤出运行的热泵机组，其用户侧管路和地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，用户侧和地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。因此，应重视多台热泵机组的运行管理，避免影响地源热泵系统的安全和节能运行；

4 热泵机组的节流元件一般有热力膨胀阀、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。油过滤器、水过滤器、水流开关的通

畅状况等的检查，每月应不少于 1 次。使用率高的常规热泵机组，冷冻油和油过滤器的更换每年或每两年 1 次，冬季也运行的热泵机组，一般每年换 1 次。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；

5 蒸发器和冷凝器的换热热阻主要是在水侧，为了保证最好的换热效果，对于未设置在线清洗系统的工程，需要定期清洗以便除去水侧污垢，减少水侧换热热阻，提高换热效率，通常每年应不少于 1 次。对于水质较差的地区，需要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。

9.2.3 本条文对机房系统附属设备的运行管理作了规定：

2 膨胀罐、泄压阀工作正常是系统安全运行的基本保证。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；

3 更换设备及管道配件时选用相同型号产品或符合系统设计文件和维护保养规程的其他型号产品是为了避免发生安全性和相容性问题。

9.2.5 保温层保持良好状态有利于降低能耗、节省运行费用。按照 GB/T 8174 的要求，设备及管道的保温情况应定期检查，注意保温层和防潮层有无脱落和破损，特别注意与支吊架接触部位，若保温层破坏形成冷桥，将增加热量损失。

9.3 地热能交换系统运行管理

9.3.1 地埋管布置区域土壤温度的变化是土壤源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，它可直观反映系统在一个运行周期结束时地下土壤温度相对于土壤初始温度的变化。因此，应结合地埋管布置区域土壤温度的监测数据，或实时计量进入地下的热量和取出的热量的平衡情况，对土壤热平衡方案进行调整，优化下一个运行周期的运行方案。

9.3.2 分时分区切换使用地埋管换热器，并优先切换使用外围地埋管换热器，一方面可使地埋管布置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。

9.3.4 随使用时间的增加，地埋管有可能产生泄漏，需定期检查自动补水（或充液）及泄漏报警装置是否正常工作。若发生泄漏，应及时采取逐级排查的方式查找泄漏点，根据泄漏点特征进行修复或更换该区域的换热器。一般地埋管的修复处理较为困难，当出现异常的地埋管数量较少，在设计冗余量范围之内时，可采取封闭弃用措施；当出现异常地埋管数量较多，超过设计冗余量范围时，可考虑新增设地埋管或补充其他冷热源等措施。

9.5 节能运行管理

9.5.3 水泵的运行能耗通常占到系统能耗的 30%~40%。目前水泵运行普遍存在“大流量、小温差”的问题，致使水泵运行偏离高效区，增加运行能耗。为此可采用的降低水泵运行能耗措施包括：（1）采用高效电机驱动水泵运行；（2）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，造成不必要的能耗；（3）采用电机变频技术，通过降低水泵的运行频率，实现水泵的高效运转。当水泵采用变频运行时，为保证水泵的节能效果和运行安全，水泵的转速宜在 70%~100% 的范围内，且不应低于额定转速的 50%。