

DB11

北 京 市 地 方 标 准

DB11/T 2039—2022

中深层地热供热技术规范 水热

Technical specifications for medium-deep geothermal heating system
Hydrothermal

2022 - 12 - 27 发布

2023 - 04 - 01 实施

北京市市场监督管理局 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	2
4 基本规定	2
5 勘查与评价	2
6 系统设计	3
7 施工安装	7
8 调试与验收	7
9 智能监控	8
附录 A（资料性） 中深层地热开发利用评价报告	10
附录 B（规范性） 中深层地热回灌试验要求	11
附录 C（资料性） 地上式地热井泵室建设示意图	12
附录 D（资料性） 地下式地热井泵室建设示意图	13
附录 E（资料性） 半地下式地热井泵室建设示意图	14
附录 F（资料性） 地热开采井井口装置平面示意图	15
附录 G（资料性） 地热回灌井井口装置平面示意图	16
附录 H（资料性） 地热供热工程热源方案	17
附录 I（资料性） 地热井竣工报告编写提纲	19
附录 J（资料性） 地热供热工程竣工报告编写提纲	21

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。

本文件由北京市发展和改革委员会提出并归口。

本文件由北京市发展和改革委员会组织实施。

本文件起草单位：中国石化集团新星石油有限责任公司、北京节能环保中心、北京市地质工程勘察院、中国石油工程建设有限公司华北分公司、北京市地质矿产勘查院、自然资源部浅层地热能重点实验室、北京市标准化研究院、北京市工程地质研究所、中国石油华北(北京)新能源有限公司、北京北投生态环境有限公司、中国中元国际工程有限公司、北京市工程咨询有限公司、北京市市政工程设计研究总院有限公司、北京市地热调查研究所、北京市华清地热开发集团有限公司、北京市生态地质研究所、中国石油勘探开发研究院新能源研究中心、北京京能能源技术研究有限责任公司、清华大学建筑设计研究院有限公司、清华大学、中国石油大学(北京)、华北电力大学、北京建筑大学。

本文件主要起草人：赵丰年、孙干、向烨、韩东梅、杨亚军、彭新明、樊梦芳、刘少敏、韩敏霞、王刚、刘亮德、李海京、徐巍、李文峰、陈向春、杜林芳、魏本平、刘宁、王立志、李海泉、周伟鹏、王思、马静晨、魏国、张建良、张沁瑞、孔祥军、周国庆、杜厚金、连天成、王治、马琳、王娟、刘海洋、董骥、郑佳、张进平、郭艳春、张文秀、李海东、林天懿、邢罡、饶其、饶阳、武变变、王社教、梅东升、李敏、张秉瑞、张辉、王吉、张宇宁、张伟、郝学军。

中深层地热供热技术规范 水热

1 范围

本文件规定了中深层地热供热系统工程（简称地热供热工程）的基本规定、勘查与评价、系统设计、施工安装、调试与验收、智能监控等技术要求。

本文件适用于以中深层地热水为热源的地热供热系统工程的建设和运行。

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/T 7778 制冷剂编号方法和安全性分类

GB/T 11615 地热资源地质勘查规范

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50027 供水水文地质勘察规范

GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范

GB 50242 建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范

GB 50243 通风与空调工程施工质量验收规范

GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范

GB 50838 城市综合管廊工程技术规范

CJJ 28 城镇供热管网工程施工及验收规范

CJJ/T 34 城镇供热管网设计标准

CJJ 138 城镇地热供热工程技术规程

DZ/T 0260 地热钻探技术规程

JGJ 33 建筑机械使用安全技术规程

JGJ 46 施工现场临时用电安全技术规范

JGJ 59 建筑施工安全检查标准

NB/T 10099 地热回灌技术要求

NB/T 10266 地热井钻井工程设计规范
NB/T 10269 地热测井技术规范

NB/T 10272 地热井口装置技术要求
NB/T 10273 地热供热站设计规范

NB/T 10711 地热管网设计规范
NB/T 10713 地热管网施工验收规范
SY/T 0026 水腐蚀性测试方法

SY/T 0600 油田水结垢趋势预测方法

DB11/T 852 有限空间作业安全技术规范
DB11/ 1066 供热计量设计技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

中深层地热供热系统 medium-deep geothermal heating system

以中深层地热水为热源，用直接或间接方式获取其热量，为热用户提供供热服务的系统。

3.2

地热供热站 geothermal heating station

以地下热水为主要热源，具有间接换热、梯级利用、尾水回灌等功能的供热站，简称地热站。

3.3

地热管网 geothermal network

地热水由开采井输送至地热站，且经换热后再输送至回灌井的管道。

4 基本规定

- 4.1 地热供热工程前期策划应与供热规划、节能规划、能源规划、再生水规划相协调。
- 4.2 地热供热工程承担单位在勘查、设计、施工安装、运维等方面应具有相应的技术能力。
- 4.3 地热供热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。
- 4.4 地热供热工程应选用兼具高效节能设备和绿色环保材料。
- 4.5 地热供热工程施工前应进行工程场地状况调查和中深层地热能勘查。
- 4.6 地热供热工程应进行地质资料的汇交。

5 勘查与评价

5.1 一般规定

- 5.1.1 地热资源勘查应符合 GB/T 11615 的规定，收集建设场地、地下空间及其周边一定范围内地热、水文地质等方面的基本资料。
- 5.1.2 应根据建设场地和地质条件确定相应的补充地热地质工作。
- 5.1.3 应编写中深层地热开发利用评价报告，内容参照附录 A。

5.2 场地调查

- 5.2.1 工程场地状况调查包括热源系统场地状况调查、地热站和配套设施的建筑空间调查。

5.2.2 热源系统场地状况调查内容应包括：

- a) 场地规划面积、形状及地形地貌特征；
- b) 场地内既有建筑物和规划建筑物的占地面积及其分布、基础型式及埋深；
- c) 场地内既有树木植被、池塘、排水沟及架空输电线、市政管网、交通设施、历史文化遗迹、电信电缆的分布及规划综合管线分布；
- d) 场地内既有的、计划修建的地下管线和地下构筑物的分布及其埋深；
- e) 交通道路状况及施工所需的电源、水源情况。

5.2.3 地热站和配套设施建筑空间调查内容应包括：

- a) 建筑空间与热源系统之间的管线长度和构筑物情况；
- b) 建筑空间面积、层高、承重能力、隔音水平、防水性能；
- c) 配电室、配电系统、给水排水情况。

5.3 中深层地热资源勘查

5.3.1 勘查范围为地热供热工程建设场地及周边地区，地热资源成矿机理、资源赋存条件及资源储量基本清楚。集中地热供热项目地热资源地质勘查应达到GB/T 11615 的可行性阶段或以上，资源储量应不低于探明的级别；分散地热供热项目地热资源地质勘查应达到地热资源勘查预可行性阶段或以上，资源储量应不低于控制的级别。

5.3.2 综合分析地热资源质量、资源储量、分布等条件，提出合理可行的开发利用方式。集中地热供热项目，流体温度宜不低于 50℃，地温梯度宜不小于 3℃/100m，并易于回灌；不符合或部分符合上述条件的地热田（或开采区）宜进行分散地热供暖。

5.3.3 地热回灌区应查明地温场的承载力或区域允许的最大回灌量与回灌温度，不产生热突破。

5.3.4 根据采灌方案及地热地质条件确定地热井数量及布局。开采井与回灌井应保持合理的间距，根据地质构造、热储性质、回灌量、开采和回灌水温差等确定其间距，避免回灌水未达到增温目标而提前进入开采井。回灌井数量依据开采量、回灌井的回灌能力及维持开采区采/灌平衡的需要确定。

5.4 中深层地热供热开发利用评价

5.4.1 评价地热开采规模与资源储量的关系。

5.4.2 评价地热回灌规模与地温场的承载力或区域允许的最大回灌量及回灌温度的关系。

5.4.3 对地热开采与回灌可能引起的区域地热水位、水质及温度等变化进行预测。

5.4.4 评价地热开采与回灌引发地质环境问题的可能性，对可能引发的问题提出针对性监测方案。

5.4.5 评价地热供热资源条件，确定采灌方案。

6 系统设计

6.1 一般规定

6.1.1 地热供热工程的设计应根据探明地热资源储量和开发方案，结合近、远期供热负荷需求综合确定，采灌强度应能保持地热田的可持续开发利用。

6.1.2 地热供热系统应设置智能监控系统，运用人工智能、云计算、大数据、仿真系统及物联网等技术，构建智能化供热体系。

6.1.3 应综合考虑场地条件、资源条件以及经济性、系统能效、碳排放和供能稳定性等因素，选择高效低碳辅助冷热源和设置蓄能系统。

6.1.4 地热站建筑结构、电气、供暖通风、给排水的要求应符合 NB/T 10273 的有关规定。

6.1.5 当地热水中含有 H₂S 等有毒、可燃、易爆气体时，应进行气水分离和通风处理。

6.1.6 地热站消防设计应符合 GB 50016、NB/T 10273 的有关规定。

6.2 地热开采量计算

6.2.1 根据公式（1）计算地热开采量，根据供热总需求量、利用温差等系数计算。

$$Q = \frac{W}{1.163 \times \Delta t} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Q ——地热开采量，单位为立方米每小时 (m^3/h)；

W ——供热总需求量，单位为千瓦 (kW)；

Δt ——利用温差，即地热水开采温度与回灌温度之差，单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)；

1.163——系数。

6.2.2 地热供热系统设计开采量时应同时满足以下要求：

- a) 回灌量与开采量相同；
- b) 回灌量应不大于区域能够接受的最大回灌量；
- c) 开采量不大于区域地热资源可开采量。

6.3 地热开采和回灌设计

6.3.1 地热开采后采用直接供热或梯级利用方式供热，宜采用热泵系统、储能等技术提高地热流体热量利用率。

6.3.2 地热开采只取热不耗水，地热尾水等量同层回灌，回灌地热流体应是未受污染的原水，温度宜不低于 25°C 。

6.3.3 地热回灌工程部署原则应按照NB/T 10099 要求执行，回灌试验应按照附录 B 程序进行。

6.3.4 地热水样采集、化验与保存按照GB/T 11615 和 GB 50027 的要求执行，地热储层含有其它气体时，应按照相关规定取样检测。

6.4 地热井设计

6.4.1 地热井深度应达到同层回灌要求，开采热储与回灌热储为同一储层。

6.4.2 地热井钻井工程设计按 NB/T 10266 相关规定执行。

6.4.3 开采井井深误差不大于 1‰。定向井的井斜、方位、垂深、全角变化率、靶心半径指标应达到设计的要求。

6.4.4 地热井测井按照 NB/T 10269 执行。

6.4.5 地热井录井按照 DZ/T 0260 执行。

6.4.6 依据录井、测井等结果确定套管下入位置，套管下入的深度应达到所要求的位置。下管技术措施按照 DZ/T 0260 要求执行。

6.4.7 表层套管固井时，水泥浆应返至地表；技术套管宜采用“全封固”或“穿鞋戴帽”方式固井。采用“全封固”方式固井时水泥浆应自管底返高至套管重叠段。采用“穿鞋戴帽”方式固井时，水泥浆自管底返高应不低于 500m，套管重叠段压入垂向深度不小于 100m，候凝后应试压合格，否则应重新进行挤水泥固井。尾管可采用一次固井或跟踪固井。

6.4.8 洗井应做到水清砂净，含砂量不大于2‰；连续 8h 水温稳定；连续 8h 单位时间出水量基本稳定，连续两次单位时间出水量之差小于 10%。

6.4.9 产能测试满足以下要求。

- a) 抽水试验应做 3 个落程，其中最大落程的延续时间不少于 48 小时；其余 2 落程稳定延续时间为 24 小时。产能测试时应测量静态压力（静水位）、动态压力（动水位）、流体量、流体温度，停泵后测量流体恢复压力。

b) 热储水头高于地面的地热井，可采用放喷试验进行产能试验，方法和要求按GB/T 11615 执行。

6.4.10 回灌井宜采用增灌工程技术措施。回灌井终孔直径不小于开采井终孔直径，回灌井可设计为分支井或定向井，必要时采用酸化压裂等增灌技术。

6.4.11 泵室设计满足以下要求。

a) 泵室可利用地上、地下或半地下空间建设，优先利用地上空间。泵室净空高度不小于 **3m**，应满足相关工作操作空间要求。泵室应满足通风要求，应有防止地下水渗入和雨水浸入的措施，

保持泵室干燥。泵室内一角应设置集水坑，长宽高尺寸不宜小于600mm×600mm×600mm，泵室内地面坡向集水坑。

- b) 潜水泵、远程计量设备等用电及自动控制设备的控制柜可安装在地上泵室或地上控制室内，并做好防雷接地措施。地下泵室内不能放置用电设备的配电控制柜。应在泵室顶设置满足提下泵要求的吊装孔，孔径不宜小于 600mm，孔中心与地热井中心对齐，加设盖板。
- c) 地下泵室应在远离地热井一端，靠墙设置人孔，并安装钢制爬梯，以便人员进出。爬梯倾角不得大于 73°，并设置安全扶手，爬梯上部平台不宜小于 1000mm×1000mm。半地下泵室应分隔为地上、地下二部分，地上部分可参照地上泵室要求建设，地下部分可参照地下泵室要求建设。
- d) 泵室的建筑形式以及最小尺寸示意图参见附录 C、附录 D 和附录 E。

6.4.12 地热井口装置的设计按照NB/T 10272 执行。开采井的井口装置系统示意图参见附录 F。回灌井的井口装置系统示意图参见附录 G。

6.5 热源设计

6.5.1 应合理匹配地热资源与负荷需求，宜采用多种能源耦合的供热系统。

6.5.2 地热供热系统应采用闭式系统，应与终端用热设备间接连接。

6.5.3 地热供热系统宜根据不同用户用热温度需求，对地热水进行梯级利用，并宜采用热泵技术，提高利用率。地热供热工程热源设计参照附录 H。

6.6 地热站设计

6.6.1 地热站应依据区域总体规划和供热规划进行设计，供热范围通过技术经济比较确定，做到远近结合，以近期为主。

6.6.2 地热站选址，宜结合地热资源分布，选择有利于降低地热钻井成本和减小地热水输送距离的位置。

6.6.3 地热供热负荷应按公式（2）、公式（3）计算。

a) 换热器承担热负荷计算：

$$Q_1 = \frac{G}{3.6} c(t_1 - t_2) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Q_1 ——换热器承担热负荷，单位为千瓦（kW）；

G ——地热水流量，单位为吨每小时（t/h）；

c ——水的比热容，单位为千焦每千克摄氏度（kJ/kg · °C）；

t_1 ——地热水进换热器温度，单位为摄氏度（°C）；

t_2 ——地热水出换热器温度，单位为摄氏度（°C）。

b) 热泵机组承担热负荷计算：

$$Q_2 = \frac{G}{3.6} c(t_3 - t_4) \frac{COP}{COP-1} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

Q_2 ——热泵机组承担热负荷，单位为千瓦（kW）；

t_3 ——热泵机组蒸发器进水温度，单位为摄氏度（℃）；
 t_4 ——热泵机组蒸发器出水温度，单位为摄氏度（℃）；
COP ——热泵机组制热性能系数。

6.6.4 换热器的选择应符合下列规定：

- a) 并联换热器的总台数不宜多于四台且不应少于两台；
- b) 当一台换热器停止工作时，剩余换热器的设计换热负荷不应低于所承担供热系统设计热负荷的 65%；
- c) 换热器宜选用智能高效一体换热设备，换热器应满足耐垢及防堵塞要求；
- d) 换热器的板片材料宜根据实际地热流体的腐蚀挂片试验确定；
- e) 换热器的密封垫片宜采用免粘接固定方式，密封垫片材料应满足地热流体温度要求。

6.6.5 热泵机组的选择符合下列规定：

- a) 热泵机组宜采用一级能效设备；循环水泵宜采用二级及以上能效设备；
- b) 机组选型应与设计热源水温度和供热热水温度相匹配；
- c) 热泵机组应具有优良的调节性能，适应供热负荷变化规律，并满足低负荷运行要求；
- d) 地热水水质可能使热泵蒸发器严重结垢时，应设置热泵中间循环系统；
- e) 热泵中间循环系统换热器的下端差不宜大于 5℃；
- f) 当采用压缩式热泵机组时，其工质应为符合GB/T 7778 规定的环境友好工质。

6.6.6 换热器地热侧应设置反冲洗旁路和化学清洗接口。

6.6.7 地热供热系统压力高于 0.3MPa 的排气管，宜设置放空消声器。

6.6.8 每口地热生产井单井管线、地热水进站和出站管线、供热回水和补水管线上应设置取样口。

6.6.9 地热站应设置热泵机组、换热器、水泵等设备和阀门的检修场地；热泵机组、循环水泵、回灌过滤设备上方宜设置检修起吊设施。

6.6.10 地热供热系统设计及地热站的布置还应符合NB/T 10273 的规定。

6.7 地热管网及末端设计

6.7.1 地热管路由应符合规划要求，宜避开环境敏感区，当路由受限需要通过环境敏感区时，应征得其相关部门同意并采取保护措施。

6.7.2 地热管网工程应根据地热井参数、地热流体分析化验资料进行设计。

6.7.3 地热管网设计规模应根据地热井产量及数量确定，布局应根据地热井分布、地热站位置、自然环境、运行维护和公用工程条件经技术经济比较确定。

6.7.4 地热管网形式的选择应综合考虑地热井与地热站的相对位置关系和分布特点、输送距离、管网路由、运行维护和公用工程条件，经技术经济比较确定。

6.7.5 地热管网水力计算应包括从生产井至回灌井的完整输送管网。

6.7.6 地热管道应按NB/T 10711 相关要求对管道进行应力计算。

6.7.7 地热水输送管道应根据地热流体的化学成分，按其腐蚀性、结垢等特点，选用安全可靠的管材，并应符合国家现行标准的规定。

6.7.8 供热末端设计按 GB 50736 规定执行。

6.8 地热水防腐防垢要求

6.8.1 地热水的结垢趋势可按 CJJ 138、SY/T 0600 规定的方法判定。

6.8.2 地热水有结垢趋势时，应对与地热水直接接触的管道和设备采取防垢措施。防垢措施可采取下列措施之一或同时采取多种：

- a) 增压法；
- b) 降温法；
- c) 水质稳定法；
- d) 物理场防垢法；
- e) 防垢涂层法。

6.8.3 地热水的腐蚀性宜经腐蚀试验测定，腐蚀试验方法应符合SY/T 0026 的规定；当不具备腐蚀试验条件时，可采用拉申指数判定，判定依据应符合 CJJ 138 的规定。

6.8.4 当腐蚀试验测定地热水腐蚀等级为严重或采用拉申指数判定为强腐蚀性时，应对与地热水接触的管道和设备采取防腐措施或抗腐蚀措施，可采取下列措施中的一种或多种：

- a) 采用耐腐蚀材料；
- b) 增大腐蚀裕量；
- c) 采用内防腐涂层。

6.8.5 地热水系统不应采用添加化学药剂的防腐处理方法。

7 施工安装

7.1 一般规定

7.1.1 应编制详细的施工组织设计，分析项目建设场地及周边区域的地热地质资料、设计文件和相关图纸，并制定安全生产实施细则。

7.1.2 地热井施工应符合DZ/T 0260 要求。

7.1.3 地热井口装置施工应符合NB/T 10272 要求。

7.1.4 供热系统施工应符合 NB/T 10711 和 NB/T 10713 要求。

7.1.5 地热管网采取直埋敷设方式应符合NB/T 10713 要求。当地热供热管道敷设于城市管廊时，应符合 GB 50838 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。

7.2 施工安全

7.2.1 建筑工程施工安全应符合 JGJ 33、JGJ 59 的规定。

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

7.2.3 有限空间作业应符合 DB11/T 852 的要求。

8 调试与验收

8.1 一般规定

8.1.1 供热系统投入使用前应进行完整的系统调试、试运行与验收。系统安装就位完毕后应自检合格，系统设备和安装就位应符合设计与施工相关规范要求，对系统进行全面检查。

8.1.2 系统分项工程验收应包括：地热井完井验收、换热站工程验收、管网验收。分项工程应进行质量验收。验收资料应单独组卷验，合格后出具验收报告。

8.1.3 系统调试过程中需对运行过程可能突发暴雨、内涝、泥石流、地陷等对地下换热井和有限空间造成重大影响的灾害设置专门预案并模拟演练。

8.1.4 供热系统调试、试运行与验收应符合 CJJ 28 的相关规定。

8.2 调试

8.2.1 调试前应检查以下内容以满足调试要求：

- a) 现场安全防护措施可靠、接地系统完整并符合规范要求、供电、供水、排水等配套条件满足调试要求；
- b) 自控系统与系统调试同步进行调试；
- c) 相关设备及管路冲洗、严密性试验已完成且符合要求；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/635321043024011341>