

附件

温室气体自愿减排项目方法学 中深层地热能 井下换热供暖技术应用工程 (CCER—01—003—V01)

1 引言

中深层地热能是一种储量丰富、分布较广、稳定可靠的清洁可再生能源。在资源丰富的地区，利用中深层地热能井下换热技术替代传统化石能源为建筑供暖，对调整我国供暖行业能源结构、减少温室气体排放、助力实现碳达峰碳中和目标具有重要意义。本方法学属于能源产业领域和建筑业领域方法学。符合条件的中深层地热能井下换热供暖技术应用工程可按照本文件要求，设计和审定温室气体自愿减排项目，以及核算和核查温室气体自愿减排项目的减排量。

2 适用条件

本文件适用于中深层地热能井下换热供暖技术应用工程，适用本文件的技术应用工程必须满足以下条件：

a) 利用井下换热技术开发中深层地热能供暖区域或建筑物（民用建筑及工业建筑）进行供暖并计价收费，不包括既有技术应用工程新增地热井部分的情形以及以其他能源向地热井补热的情形；

b) 使用热泵机组、板式换热器进行热能提取，并设置供热一次输配管网和二次输配管网对供暖区域或建筑物供暖；

c) 当中深层地热能与其他热源共用供热管网时或为“中深层地热能+”¹多能互补类技术应用工程，中深层地热能用量须具备独立连续监测和记录系统；

d) 项目业主为技术应用工程的产权所有者或其授权的相关法人主体，位于同一省（自治区、直辖市）内的多个技术应用工程可合并申请，项目业主应取得全部技术应用工程的产权所有者的授权；

e) 项目监测数据应与全国碳市场管理平台（<https://www.cets.org.cn>）联网，减排量产生于项目相关监测数据联网（完成联网试运行）之后；

f) 项目应符合国家法律、法规、标准要求，符合行业发展政策。

¹ 指中深层地热能与其他能源互补供暖的技术应用。

3 规范性引用文件

本文件引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是未注日期的引用文件，其有效版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 17167	用能单位能源计量器具配备和管理通则
GB 50093	自动化仪表工程施工及质量验收规范
GB/T 32224	热量表
GB/T 6968	膜式燃气表
JJG 49	弹性元件式精密压力表和真空表
JJG 52	弹性元件式一般压力表、压力真空表和真空表
JJG 225	热量表检定规程
JJG 229	工业铂、铜热电阻
JJG 313	测量用电流互感器
JJG 314	测量用电压互感器
JJG 577	膜式燃气表
JJG 596	电子式交流电能表
JJG 633	气体容积式流量计
JJG 640	差压式流量计
JJG 875	数字压力计
JJG 882	压力变送器
JJG 1003	流量积算仪
JJG 1029	涡街流量计
JJG 1030	超声流量计
JJG 1033	电磁流量计
JJG 1037	涡轮流量计
JJG 1038	科里奥利质量流量计
JJG 1165	三相组合互感器
JJF 1637	廉金属热电偶校准规范
DL/T 448	电能计量装置技术管理规程
DL/T 825	电能计量装置安装接线规则
DL/T 1664	电能计量装置现场检验规程

4 术语和定义

NB/T 10097、JB/T 7249 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

4.1

地热能 geothermal energy

赋存于地球内部岩土体、流体和岩浆体中，能够为人类开发和利用的热能。

[来源：NB/T 10097—2018，2.1.1]

4.2

中深层地热能 medium-deep geothermal energy

200m~4000m 深度范围内的地热能。

4.3

井下换热 downhole heat exchange

载热介质在井管内循环吸收岩土体和流体中的热量至地面。

4.4

中深层地热能井下换热供暖系统 downhole heat transfer heating system of medium-deep geothermal energy

中深层地热能井下换热装置与地面热交换设备联通，共同为建筑物供热的供暖系统。

4.5

同轴套管井井下换热装置 coaxial downhole heat exchange device

在井管内安装与井管同轴心的内管，内管与井管形成环状间隙，载热介质在内管与环状间隙循环的井下换热管路系统。

4.6

对接井井下换热装置 U-shaped downhole heat exchange device

两个及两个以上的钻孔在地下对接并安装井管等形成的井下换热管路系统。

4.7

热泵 heat pump

基于热力学原理，能使热量从低温环境流向高温环境的装置。

[来源：JB/T 7249—2022，11.1]

5 项目边界、计入期和温室气体排放源

5.1 项目边界

中深层地热能井下换热供暖技术应用工程的项目边界包括井下换热装置（分为同轴套管井井下换热装置和对接井井下换热装置）、一次输配管网、一次输配管网循环水泵、一次输配内供暖设备（热泵机组、板式换热器）、配套设施、一次输配内调峰设备（辅助热源，如天然气锅炉、空气源热泵等），以及项目所在区域电网中所有发电设施。建筑物自身配置和设置的热源及配套设备不包括在项目边界内。如图 1 所示。

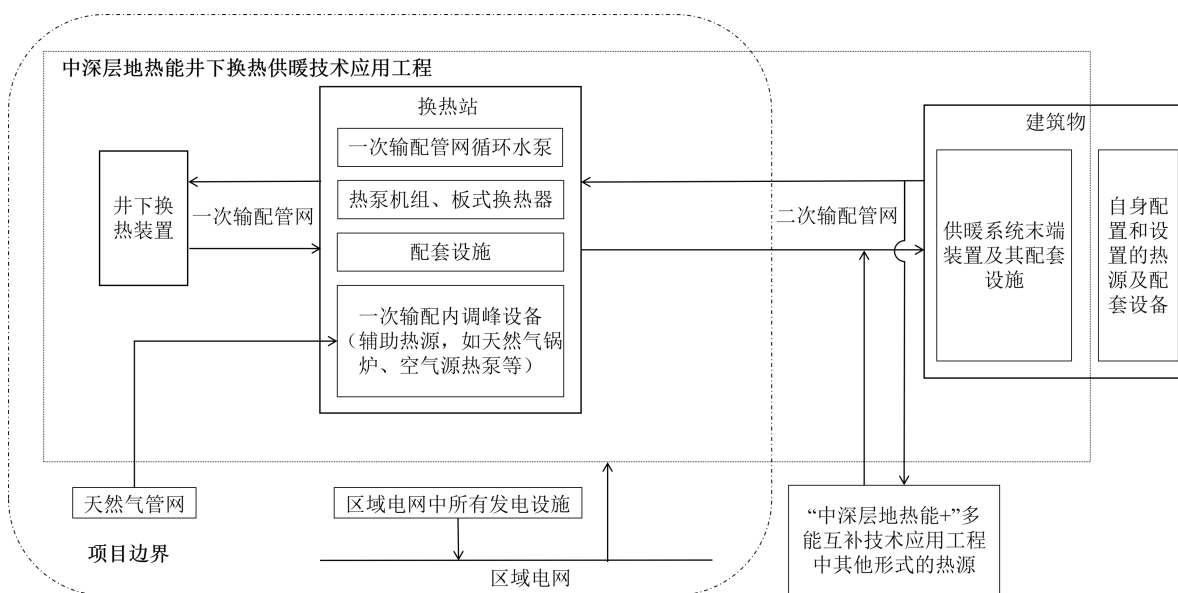


图 1 项目边界图

5.2 项目计入期

5.2.1 对于单个中深层地热能井下换热供暖技术应用工程的项目，项目寿命期限的开始时间为技术应用工程开始供暖的日期，项目寿命期限的结束时间为技术应用工程正式退役的日期。对于多个中深层地热能井下换热供暖技术应用工程合并申请的项目，项目寿命期限的开始时间为多个技术应用工程中最早开始供暖的日期，项目寿命期限的结束时间为多个技术应用工程中最早正式退役的日期。开始供暖日期以当地的供热条例、供暖合同（协议）中规定的日期为准。

5.2.2 项目计入期为可申请项目减排量登记的时间期限，从项目业主申请登记的项目减排量的产生时间开始，最长不超过 10 年。对于单个中深层地热能井下换热供暖技术应用工程的项目，计入期开始时间应在技术应用工程正式运营并成功实现与全国碳市场管理平台联网（完成联网试运行）之后。对于多个中深层地热能井下换热供暖技术应用工程合并申请的项目，计入期开始时间应在正式运营的技术应用工程最早成功实现与全国碳市场管理平台联网（完成联网试运行）之后。项目计入期须在项目寿命期限范围之内。当项目中任意一个工程因非政策性原因关停时²，计入期应结束。

5.3 温室气体排放源

中深层地热能井下换热供暖技术应用工程的项目边界内选择不选择的温室气体种类以及排放源如表 1 所示。

² 政策性原因关停指行政机构出于执行国家、地方政策需要，通过行政命令、法规，强制要求项目关闭的行为。

表 1 项目边界内选择不选择的温室气体种类及排放源

温室气体排放源		温室气体种类	是否选择	理由
基准线情景	项目替代的既有或拟建的天然气供暖设施供暖产生的排放	CO ₂	是	主要排放源
		CH ₄	否	次要排放源，按照保守性原则不计此项
		N ₂ O	否	次要排放源，按照保守性原则不计此项
项目情景	项目运维消耗电量产生的排放	CO ₂	是	主要排放源
		CH ₄	否	次要排放源，忽略不计
		N ₂ O	否	次要排放源，忽略不计
	天然气锅炉调峰使用天然气产生的排放	CO ₂	是	主要排放源
		CH ₄	否	次要排放源，忽略不计
		N ₂ O	否	次要排放源，忽略不计
	使用制冷剂的泄漏排放	卤代烃类、天然制冷剂等（如 R410a、R134a 等）	是	主要排放源
		CO ₂	否	次要排放源，忽略不计
		CH ₄	否	次要排放源，忽略不计
		N ₂ O	否	次要排放源，忽略不计

6 项目减排量核算方法

6.1 基准线情景识别

本文件规定的中深层地热能井下换热供暖技术应用工程基准线情景为：项目供热量³由既有或拟建的天然气供暖设施替代生产。

6.2 额外性论证

中深层地热能井下换热供暖技术应用工程投资建设成本和运维成本高，存在因投资风险带来的障碍。符合本文件适用条件的项目，其额外性免于论证。

6.3 基准线排放量计算

基准线排放量按照公式（1）计算：

$$BE_y = Q_{Heat,y} \times EF_{Heat,y} \tag{1}$$

式中：

BE_y —— 第 y 年的项目基准线排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

³ 项目供热量是指项目中深层地热能井下换热供暖系统（简称“供暖系统”）通过间接换热方式向项目边界外热能用户（建筑物）供出的热量。供热量为供热量点（通常为换热后的水侧）在给定时间内的供水质量流量乘以供水焓值减去回水质量流量乘以回水焓值。

$Q_{\text{Heat},y}$	——	第 y 年的项目供热量，单位为吉焦（GJ）；
$EF_{\text{Heat},y}$	——	第 y 年的热力排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（tCO ₂ /GJ）。

6.4 项目排放量计算

项目排放量按照公式（2）计算：

$$PE_y = PE_{\text{EC},y} + PE_{\text{ng},y} + PE_{\text{R},y} \quad (2)$$

式中：

PE_y	——	第 y 年的项目排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO ₂ e）；
$PE_{\text{EC},y}$	——	第 y 年的项目消耗所在区域电网电量所产生的排放量，单位为吨二氧化碳（tCO ₂ ）；
$PE_{\text{ng},y}$	——	第 y 年的项目天然气锅炉调峰使用天然气产生的排放量，单位为吨二氧化碳（tCO ₂ ）；
$PE_{\text{R},y}$	——	第 y 年的项目热泵机组制冷剂泄漏产生的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO ₂ e）。

第 y 年的项目消耗所在区域电网电量所产生的排放量 $PE_{\text{EC},y}$ 按照公式（3）计算：

$$PE_{\text{EC},y} = EC_{\text{PJ},y} / (1 - TDL_y) \times EF_{\text{grid,CM},y} \quad (3)$$

式中：

$EC_{\text{PJ},y}$	——	第 y 年的项目运维耗电量，单位为兆瓦时（MW·h）；
TDL_y	——	第 y 年的项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率，单位为百分比（%）；
$EF_{\text{grid,CM},y}$	——	第 y 年的项目所在区域电网的组合边际排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（tCO ₂ /MW·h）。

第 y 年的项目所在区域电网的组合边际排放因子 $EF_{\text{grid,CM},y}$ 按照公式（4）计算：

$$EF_{\text{grid,CM},y} = EF_{\text{grid,OM},y} \times \omega_{\text{OM}} + EF_{\text{grid,BM},y} \times \omega_{\text{BM}} \quad (4)$$

式中：

$EF_{\text{grid,OM},y}$	——	第 y 年的项目所在区域电网的电量边际排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（tCO ₂ /MW·h）；
$EF_{\text{grid,BM},y}$	——	第 y 年的项目所在区域电网的容量边际排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（tCO ₂ /MW·h）；
ω_{OM}	——	电量边际排放因子的权重；
ω_{BM}	——	容量边际排放因子的权重。

第 y 年的项目天然气锅炉调峰使用天然气产生的排放量 $PE_{\text{ng},y}$ 按照公式（5）计算：

$$PE_{\text{ng},y} = FC_{\text{ng},y} \times COEF_{\text{ng},y} \quad (5)$$

式中：

$FC_{\text{ng},y}$	——	第 y 年的项目天然气消耗量，单位为万标准立方米（万 Nm ³ ）；
$COEF_{\text{ng},y}$	——	第 y 年的项目消耗天然气的 CO ₂ 排放系数，单位为吨二氧化碳每万标准立方米天然气（tCO ₂ /万 Nm ³ ）。

第 y 年的项目消耗天然气的 CO₂ 排放系数 $COEF_{\text{ng},y}$ 按照公式（6）计算：

$$COEF_{ng,y} = NCV_{ng,y} \times CC_{ng,y} \times OF_{ng,y} \times \frac{44}{12} \quad (6)$$

式中：

- $NCV_{ng,y}$ —— 第 y 年的项目消耗天然气的平均低位发热量，单位为吉焦每万标准立方米天然气（GJ/万 Nm^3 ）；
- $CC_{ng,y}$ —— 第 y 年的项目消耗天然气的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（tC/GJ）；
- $OF_{ng,y}$ —— 第 y 年的项目消耗天然气的碳氧化率，单位为百分比（%）；
- $\frac{44}{12}$ —— 二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

第 y 年的项目热泵机组制冷剂泄漏（包含与井下换热装置联合供热的热泵机组、辅助热源中的热泵机组（若有））产生的排放量 $PE_{R,y}$ 按照公式（7）计算：

$$PE_{R,y} = M_{R,y} \times GWP_R \quad (7)$$

式中：

- $M_{R,y}$ —— 第 y 年的项目热泵机组制冷剂泄漏量，单位为吨（tR）；
- GWP_R —— 100 年时间尺度下制冷剂的全球增温潜势，单位为吨二氧化碳当量每吨制冷剂用量（tCO₂e/tR）。

6.5 项目泄漏计算

中深层地热能井下换热供暖技术应用工程有可能导致上游部门在加工、运输等环节中使用化石燃料等情形，与项目减排量相比，其泄漏较小，忽略不计。

6.6 项目减排量核算

项目减排量按照公式（8）核算：

$$ER_y = BE_y - PE_y \quad (8)$$

式中：

- ER_y —— 第 y 年的项目减排量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
- BE_y —— 第 y 年的项目基准线排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- PE_y —— 第 y 年的项目排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）。

7 监测方法

7.1 项目设计阶段需确定的参数和数据

项目设计阶段需确定的参数和数据的技术内容和确定方法见表 2—表 8。

表 2 $EF_{Heat,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$EF_{Heat,y}$
应用的公式编号	公式（1）

数据描述	第 y 年的热力排放因子
数据单位	tCO ₂ /GJ
数据来源	默认值，参考天然气供热的排放因子
数值	0.06
数据用途	用于计算第 y 年的项目基准线排放量 BE_y

表 3 ω_{OM} 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	ω_{OM}
应用的公式编号	公式（4）
数据描述	电量边际排放因子的权重
数据单位	无量纲
数据来源	默认值
数值	0.5
数据用途	用于计算第 y 年的项目所在区域电网的组合边际排放因子 $EF_{grid,CM,y}$

表 4 ω_{BM} 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	ω_{BM}
应用的公式编号	公式（4）
数据描述	容量边际排放因子的权重
数据单位	无量纲
数据来源	默认值
数值	0.5
数据用途	用于计算第 y 年的项目所在区域电网的组合边际排放因子 $EF_{grid,CM,y}$

表 5 $NCV_{ng,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$NCV_{ng,y}$
应用的公式编号	公式（6）
数据描述	第 y 年的项目消耗天然气的平均低位发热量
数据单位	GJ/万 Nm ³
数据来源	采用生态环境部发布的最新的企业温室气体排放核算与报告指南确定的缺省值
数值	/
数据用途	用于计算第 y 年的项目消耗天然气的 CO ₂ 排放系数 $COEF_{ng,y}$

表 6 $CC_{ng,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$CC_{ng,y}$
应用的公式编号	公式 (6)
数据描述	第 y 年的项目消耗天然气的单位热值含碳量
数据单位	tC/GJ
数据来源	采用生态环境部发布的最新的企业温室气体排放核算与报告指南确定的缺省值
数值	/
数据用途	用于计算第 y 年的项目消耗天然气的 CO_2 排放系数 $COEF_{ng,y}$

表 7 $OF_{ng,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$OF_{ng,y}$
应用的公式编号	公式 (6)
数据描述	第 y 年的项目消耗天然气的碳氧化率
数据单位	%
数据来源	采用生态环境部发布的最新的企业温室气体排放核算与报告指南确定的缺省值
数值	/
数据用途	用于计算第 y 年的项目消耗天然气的 CO_2 排放系数 $COEF_{ng,y}$

表 8 GWP_R 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	GWP_R
应用的公式编号	公式 (7)
数据描述	100 年时间尺度下制冷剂的全球增温潜势
数据单位	tCO ₂ e/tR
数据来源	默认值，优先参考《IPCC 第五次评估报告》。《中国受控消耗臭氧层物质清单》 ⁴ 《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》及其修正案 ⁵ 作为补充参考来源
数值	/
数据用途	用于计算第 y 年的热泵机组制冷剂泄漏排放量 $PE_{R,y}$

7.2 项目实施阶段需监测的参数和数据

项目实施阶段需监测和确定的参数和数据的技术内容和确定方法见表 9—表 15，计量仪表安装点位等相关要求如图 2 所示。

⁴ 《生态环境部 发展改革委 工业和信息化部关于发布<中国受控消耗臭氧层物质清单>的公告》，网页链接为 https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk01/202110/t20211011_956086.html

⁵ 《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》及其修正案，网页链接为 <https://ozone.unep.org/treaties/montreal-protocol-substances-deplete-ozone-layer/the-evolution-of-the-montreal-protocol?q=treaties/montreal-protocol-substances-deplete-ozone-layer/the-evolution-of-the-montreal-protocol>

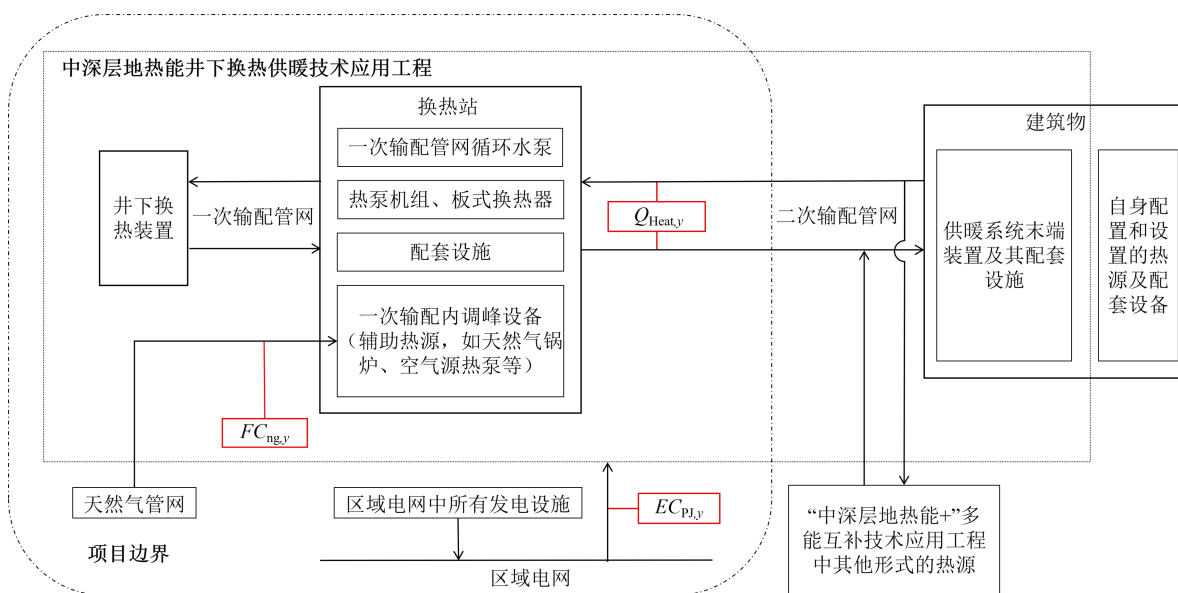


图 2 项目监测点布置示意图

表 9 $Q_{Heat,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$Q_{Heat,y}$
应用的公式编号	公式（1）
数据描述	第 y 年的项目供热量
数据单位	GJ
数据来源	使用热量表 ⁶ 或由温度计、流量计及流量积算仪构成的组合式热量表监测获得。在项目设计阶段估算减排量时，采用可行性研究报告预估数据
监测点要求	监测仪表按照 GB 50093 安装要求安装在供暖系统 j 主管路 ⁷ 的供水口或回水口处
监测仪表要求	按照 GB/T 32224 要求，热量表准确度等级不低于 2.0 级；采用组合式热量表时，流量计最大允许误差不应大于 $\pm 5.0\%$ 。按照 GB 17167 要求，温度计最大允许误差不超过 $\pm 2.0\%$ 。按照 JJG 1003 要求，流量积算仪准确度等级不低于 1.0 级，且能够自动输出供热量。使用组合式热量表获得供热量的，按照附录 B 公式 B.1 至 B.2 换算
监测程序与方法要求	详见 7.3 相关内容
监测频次与记录要求	连续监测，监测原始数据每秒接入项目监测数据储存系统。每整点记录该小时供热量，数据存入项目监测数据储存系统

⁶ 根据 JJG 225，热量表仅适用于主管路公称通径（DN）不大于 400mm 的技术应用工程。若 DN 大于 400mm，需使用温度计、流量计及流量积算仪构成的组合式热量表。

⁷ 与井下换热装置联合供热的热泵机组、板式换热器的供水、回水管路和调峰设备供水、回水管路的总管路。对于“中深层地热能+”供暖系统，中深层地热能井下换热供暖系统的供水主管路监测点位于与其他能源供水主管路汇集处之前，回水主管路监测点位于与其他能源回水主管路分支处之后。

质量保证/质量控制程序要求	采用热量表计量的，按照 JJG 225 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期要求实施检定；采用组合式热量表计量的，温度计按照 JJF 1637、JJG 229 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期或复校时间间隔要求实施检定或校准，流量计按照 JJG 640、JJG 1029、JJG 1030、JJG 1033、JJG 1037、JJG 1038 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期要求实施检定，流量积算仪按照 JJG 1003 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期要求实施检定。监测仪表应在检定或复校时间间隔有效期内，且每年对监测仪表进行校准，定期维护监测仪表
数据用途	用于计算第 y 年的项目基准线排放量 BE_y

表 10 $EC_{PJ,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$EC_{PJ,y}$
应用的公式编号	公式（3）
数据描述	第 y 年的项目运维耗电量
数据单位	MW·h
数据来源	使用电能表监测获得。在项目设计阶段估算减排量时，采用可行性研究报告预估数据
监测点要求	监测仪表参照 DL/T 448、DL/T 825 安装要求安装在换热站供配电柜（箱）的电力进线侧或供用电合同中明确的其他下网计量点
监测仪表要求	按照 GB 17167 要求，I 类电能计量装置为 0.2S 级，II、III 类电能计量装置为 0.5S 级，IV 类电能计量装置为 1.0 级，V 类电能计量装置为 2.0 级
监测程序与方法要求	详见 7.3 相关内容
监测频次与记录要求	连续监测，监测原始数据每秒接入项目监测数据储存系统。每整点记录该小时电量，数据存入项目监测数据储存系统
质量保证/质量控制程序要求	按照 JJG 313、JJG 314、JJG 596、JJG 1165 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期要求实施检定。监测仪表应在检定有效期内，且每年对监测仪表进行校准或按照 DL/T1664 等进行检验，定期维护监测仪表
数据用途	用于计算第 y 年的项目消耗所在区域电网电量所产生的排放量 $PE_{EC,y}$

表 11 TDL_y 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	TDL_y
应用的公式编号	公式（3）
数据描述	第 y 年的项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率
数据单位	%
数据来源	采用《电力工业统计资料汇编》公布的第 y 年项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率。在审定与核查机构通过全国温室气体自愿减排注册登记系统上传减排量核查报告时，尚未公布当年度数据的，采用第 y 年之前最近年份的可获得数据。在估算减排量时，采用最新的可获得数据

数值	/
数据用途	用于计算第 y 年的项目消耗所在区域电网电量所产生的排放量 $PE_{EC,y}$

表 12 $EF_{grid,OM,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$EF_{grid,OM,y}$
应用的公式编号	公式（4）
数据描述	第 y 年的项目所在区域电网的电量边际排放因子
数据单位	tCO ₂ /MW·h
数据来源	采用生态环境部组织公布的第 y 年的项目所在区域电网的电量边际排放因子。在审定与核查机构通过全国温室气体自愿减排注册登记系统上传减排量核查报告时，尚未公布当年度数据的，采用第 y 年之前最近年份的可获得数据。在估算减排量时，采用最新的可获得数据
数值	/
数据用途	用于计算第 y 年的项目所在区域电网的组合边际排放因子 $EF_{grid,CM,y}$

表 13 $EF_{grid,BM,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$EF_{grid,BM,y}$
应用的公式编号	公式（4）
数据描述	第 y 年的项目所在区域电网的容量边际排放因子
数据单位	tCO ₂ /MW·h
数据来源	采用生态环境部组织公布的第 y 年的项目所在区域电网的容量边际排放因子。在审定与核查机构通过全国温室气体自愿减排注册登记系统上传减排量核查报告时，尚未公布当年度数据的，采用第 y 年之前最近年份的可获得数据。在估算减排量时，采用最新的可获得数据
数值	/
数据用途	用于计算第 y 年的项目所在区域电网的组合边际排放因子 $EF_{grid,CM,y}$

表 14 $FC_{ng,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$FC_{ng,y}$
应用的公式编号	公式（5）、C.1
数据描述	第 y 年的项目天然气消耗量
数据单位	万 Nm ³
数据来源	使用膜式燃气表（容积式流量计） ⁸ 或由温度计、压力计、流量计及流量积算仪构成的组合式燃气表监测获得。在项目设计阶段估算减排量时，采用可行性研究报告预估数据

⁸ 根据GB/T 6968，膜式燃气表仅适用于主管路公称通径（DN）不大于125mm的技术应用工程。若DN大于125mm，需使用温度计、压力计、流量计及流量积算仪构成的组合式燃气表。

监测点要求	监测仪表按照 GB 50093 安装要求安装在天然气锅炉燃料管道入口端
监测仪表要求	按照 JJG 577 要求，膜式燃气表准确度等级不低于 1.5 级。按照 GB 17167 要求，温度计最大允许误差不超过±2.0%，压力计准确度等级不低于 1.0 级，气体流量计最大允许误差不超过±1.5%。按照 JJG 1003 要求，流量积算仪准确度等级不低于 1.0 级，且能够自动输出温度为 20℃、1 个标准大气压下的天然气消耗量。使用组合式燃气表获得项目天然气消耗量的，按照附录 C 公式 C.1 至 C.2 换算
监测程序与方法要求	详见 7.3 相关内容
监测频次与记录要求	连续监测，监测原始数据每秒接入项目监测数据储存系统。每整点记录该小时天然气消耗量，数据存入项目监测数据储存系统
质量保证/质量控制程序要求	采用膜式燃气表计量的，按照 JJG 577 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期要求实施检定；采用组合式燃气表计量的，温度计按照 JJF 1637、JJG 229 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期或复校时间间隔要求实施检定或校准，压力计按照 JJG 49、JJG 52、JJG 875、JJG 882 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期要求实施检定，气体流量计按照 JJG 633、JJG 640、JJG 1029、JJG 1030、JJG 1037 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期要求实施检定，流量积算仪按照 JJG 1003 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期要求实施检定。监测仪表应在检定或复校时间间隔有效期内，且每年对监测仪表进行校准，定期维护监测仪表
数据用途	用于计算第 y 年的项目天然气锅炉调峰使用天然气产生的排放量 $PE_{ng,y}$

表 15 $M_{R,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$M_{R,y}$	
应用的公式编号	公式 (7)	
数据描述	第 y 年的项目热泵机组制冷剂泄漏量	
数据单位	tR	
数据来源	基于保守性原则，采用下表中的数据作为第 y 年的项目热泵机组制冷剂泄漏量的缺省值	
	热泵机组使用年限	第 y 年的项目热泵机组制冷剂泄漏量
	1~5 年	项目热泵机组制冷剂充注量的 5%
	6~10 年	项目热泵机组制冷剂充注量的 10%
	>10 年	项目热泵机组制冷剂充注量的 15%
	充注量采用设备铭牌、说明书中的数据。在项目设计阶段估算减排量时，根据可行性研究报告中热泵机组制造（生产）日期、制冷剂种类、充注量设计值，对第 y 年制冷剂的泄漏量进行取值	
数值	/	
数据用途	用于计算第 y 年的项目热泵机组制冷剂泄漏产生的排放量 $PE_{R,y}$	

7.3 项目实施及监测的数据管理要求

7.3.1 一般要求

项目业主应采取以下措施，确保监测参数和数据的质量：

- a) 遵循项目设计阶段确定的数据监测程序与方法要求，制定详细的监测方案；
- b) 建立可信且透明的内部管理制度和质量保障体系；
- c) 明确负责部门及其职责、具体工作要求、数据管理程序、工作时间节点等；
- d) 指定专职人员负责供热量、耗电量、天然气消耗量等数据的监测、收集、记录和交叉核对；
- e) 对于多个技术应用工程合并申请的项目，各个技术应用工程的监测参数的监测频次须统一。

7.3.2 计量装置的检定、校准要求

7.3.2.1 项目使用的热量表在安装前和使用过程中应由国家法定计量检定机构或获得计量授权的计量技术机构依据 JJG 225 等相关规程的要求进行检定。在热量表使用期间，项目业主应委托获得中国合格评定国家认可委员会（CNAS）认可的第三方计量技术机构，按照现行有效的相关标准和规范的要求每年对热量表进行校准，并且出具报告。

7.3.2.2 项目使用的电能表在安装前和使用过程中应由国家法定计量检定机构或获得计量授权的计量技术机构依据 JJG 313、JJG 314、JJG 596、JJG 1165 等相关规程的要求进行检定。在电能表使用期间，项目业主应委托获得 CNAS 认可的第三方计量技术机构，按照现行有效的相关标准和规范的要求每年对电能表进行校准，并且出具报告。

7.3.2.3 项目使用的膜式燃气表在安装前和使用过程中应由国家法定计量检定机构或获得计量授权的计量技术机构依据 JJG 577 等相关规程的要求进行检定。在膜式燃气表使用期间，项目业主应委托获得 CNAS 认可的第三方计量技术机构，按照现行有效的相关标准和规范的要求每年对膜式燃气表进行校准，并且出具报告。

7.3.2.4 项目使用的流量计在安装前和使用过程中应由国家法定计量检定机构或获得计量授权的计量技术机构依据 JJG 633、JJG 640、JJG 1029、JJG 1030、JJG 1037、JJG 1038 等相关规程的要求进行检定。在流量计使用期间，项目业主应委托获得 CNAS 认可的第三方计量技术机构，按照现行有效的相关标准和规范的要求每年对流量计进行校准，并且出具报告。

7.3.2.5 项目使用的温度计在安装前和使用过程中应由国家法定计量检定机构或获得计量授权的计量技术机构依据 JJG 229、JJF 1637 等相关规程的要求进行检定。在温度计使用期间，项目业主应委托获得 CNAS 认可的第三方计量技术机构，按照现行有效的相关标准和规范的要求每年对温度计进行校准，并且出具报告。

7.3.2.6 项目使用的压力计在安装前和使用过程中应由国家法定计量检定机构或获得计量授权的计量技术机构依据 JJG 49、JJG 52、JJG 875、JJG 882 等相关规程的要求进行检定。在压力计使用期间，项目业主应委托获得 CNAS 认可的第三方计量技术机构，按照现行有效的相关标准和规范的要求每年对压力计进行校准，并且出具报告。

7.3.2.7 项目使用的流量积算仪在安装前和使用过程中应由国家法定计量检定机构或获得计量授权的计量技术机构依据 JJG 1003 等相关规程的要求进行检定。在流量积算仪使用期间，项目业主应委托获得 CNAS 认可的第三方计量技术机构，按照现行有效的相关标准和规范的要求每年对流量积算仪进行校准，并且出具报告。

7.3.2.8 已安装的计量仪表发现以下情形时，项目业主应委托获得 CNAS 认可的第三方计量技术机构在 30 天内对计量仪表进行校准，必要时更换新的计量仪表，以确保监测数据的准确性：

- a) 计量仪表的误差超出规定的准确度范围、最大允许误差要求；
- b) 零部件故障问题导致计量仪表不能正常使用。

7.3.3 数据管理与归档要求

7.3.3.1 对于收集到的监测数据，项目业主应建立数据、信息等原始凭证和台账管理制度，妥善保管监测数据、电量结算凭证及电量消耗台账、热量结算凭证及热量销售台账、天然气结算凭证及天然气消耗台账，以及计量仪表的检定、校准（检验）相关报告和维护记录。台账应当明确数据来源、数据获取时间及填报台账的相关责任人等信息。项目设计和实施阶段产生的所有数据、信息均应电子存档，在该温室气体自愿减排项目最后一期减排量登记后至少保存 10 年，确保相关数据可被追溯，且不可更改。

7.3.3.2 项目业主应建立数据内部审核制度，定期对监测数据进行审核，电能表读数记录应与电量结算凭证或电网公司出具的电量证明、电量消耗台账进行交叉核对，热量表读数记录应与热量结算凭证（仅针对向热力供应单位出售热量的技术应用工程）、热量销售台账进行交叉核对，天然气消耗量应与天然气结算凭证、天然气消耗台账进行交叉核对，确保数据记录的准确性、完整性符合要求。

7.3.3.3 项目业主应至少收集以下数据及资料：

- a) 可行性研究报告及其批复文件、环境影响评价报告（表）及其批复文件、营业执照、施工图等工程设计文件及其批复（备案）文件、竣工验收报告等；
- b) 工程安装的井下换热装置（含同轴套管井、对接井）、热泵机组、板式换热器、调峰设备（天然气锅炉、空气源热泵等）（如有）的供应商、数量、规格等；
- c) 供热量、耗电量、天然气消耗量等监测数据；
- d) 热量表、温度计、流量计、流量积算仪、压力计、电能表等计量仪表的检定、校准（检验）报告；
- e) 热泵机组制冷剂充注量铭牌、说明书；
- f) 技术应用工程产权所有者的权属产权证明文件、授权委托书。

7.3.4 数据精度控制与校正要求

计量仪表出现未校准、延迟校准或者准确度超过规定要求时，应采取措施对该时间段内的数据进行保守性处理。供热量、热水流量、热水温度、耗电量、天然气消耗量、天然气流量等关键参数的保守性处理方式如下：

- a) 供热量、热水流量、供水温度、天然气温度的处理方式：
 - 及时校准，但准确度超过规定要求：计量结果 $\times (1 - \text{实际基本误差的绝对值})$ ；
 - 未校准：计量结果 $\times (1 - \text{准确度等级对应的最大允许误差})$ ；
 - 延迟校准：延迟的时间段内按未校准情形处理。
- b) 回水温度、耗电量、天然气消耗量、天然气流量、天然气绝对压力的处理方式：
 - 及时校准，但准确度超过规定要求：计量结果 $\times (1 + \text{实际基本误差的绝对值})$ ；
 - 未校准：计量结果 $\times (1 + \text{准确度等级对应的最大允许误差})$ ；
 - 延迟校准：延迟的时间段内按未校准情形处理。

7.3.5 数据联网要求

7.3.5.1 项目业主应在全国温室气体自愿减排注册登记系统及信息平台开始公示项目设计文件后，按照附录 A 的格式要求通过全国碳市场管理平台填报监测数据联网基础信息表，具体操作流程见全国温室气体自愿减排注册登记系统及信息平台办事指南栏目。

7.3.5.2 项目业主应建立项目监测数据储存系统，根据监测数据联网基础信息表中填报的监测频次与记录要求实时采集项目所涉计量仪表监测数据，监测数据储存系统中数据应至少存储 10 年。

7.3.5.3 项目监测数据储存系统中记录的计量仪表监测数据应与全国碳市场管理平台联网，具体联网要求如下：

a) 项目业主应在项目监测数据储存系统安装数据采集网关，数据采集网关在确保数据安全的前提下，对监测数据储存系统记录数据进行数据转发，具备断线缓存及监视管理功能；

b) 数据采集网关应具备如下能力：

——应支持分布式控制系统（DCS）、可编程逻辑控制器（PLC）、远程终端控制系统（RTU）等多种工业自动化系统通讯协议；

——应具备将上述多种通讯协议转换为消息队列遥测传输（MQTT）协议的能力；

——数据采集网关应至少具备 16GB 以上内存以及 1TB 以上存储；

——项目业主应为项目监测数据储存系统数据传输提供稳定的互联网宽带或 4G/5G 无线通信数据传输环境；

c) 项目监测数据储存系统数据应通过数据采集网关每分钟上传一次；

d) 项目业主应每天核对监测数据储存系统数据记录值与计量仪表监测值，如有数值偏差或数据传输延迟应及时修复；

e) 项目业主应每月对监测数据储存系统数据记录情况及数据采集网关数据传输情况进行核对，确保数据完整准确记录；

f) 联网期间应尽量避免因设备故障所引起的数据缺失和数据中断情况，若发生应及时修复并上传情况说明，故障期数据不予再次上传、不予计算减排量。若每年度数据缺失和中断总时长超过 20 天，或自然月内数据缺失和中断持续超过 3 天，则该月份数据存疑，审定与核查机构需重点核查；

g) 项目监测数据储存系统数据联网试运行周期应不少于 1 个月，试运行期间应确保数据无中断。如发生中断，须重新进行联网试运行。

7.3.5.4 项目业主应留存监测各环节的原始记录、自动监测仪表运维记录等，各类原始记录内容应完整并有相关人员签字，应在项目最后一期减排量登记后至少保存 10 年。

7.3.5.5 项目业主应具有健全的自动监测仪表运行管理工作和质量管理制度。

8 项目审定与核查要点及方法

8.1 项目适用条件的审定与核查要点

8.1.1 审定与核查机构可通过查阅可行性研究报告及其批复文件、环评影响评价报告书（表）及其批复文件，以及现场走访查看技术应用工程设施，确认工程是否采用井下换热技术开发中深层地热能作为建筑物（民用建筑及工业建筑）供暖，是否为既有技术应用工程新增地热井部分以及存在其他能源向地热井补热的情形。查阅项目供暖合同（协议），确认是否进行供暖计价收费。

8.1.2 审定与核查机构可通过查阅可行性研究报告及其批复文件、施工图等工程设计文件及其批

复（备案）文件、设备采购安装合同等，以及现场走访确认项目是否使用热泵机组、板式换热器热能提取，是否设置供热一次输配管网和二次输配管网对供暖区域或建筑物供暖。

8.1.3 审定与核查机构可通过查阅施工图等工程设计文件及其批复（备案）文件、设备采购安装合同（含监测设备）、竣工验收报告、监测计量点位图、计量仪表检定、校准（检验）报告等相关证据材料，以及现场走访查看热量表、温度计、压力计、流量计、电能表、流量积算仪等计量仪表的安装位置、准确度、个数、数据联网证明材料等，确认技术应用工程中深层地热能用量是否具备独立连续监测和记录系统。

8.1.4 审定与核查机构可查阅项目业主出示的技术应用工程权属产权证明文件、产权所有者授权文件（如有），确认项目业主是否为技术应用工程产权所有者或其授权的相关法人主体。

8.1.5 当多个技术应用工程合并申请时，审定与核查机构可通过查阅项目业主出示的技术应用工程产权证明文件等材料，确认多个技术应用工程是否位于同一省（自治区、直辖市）。

8.1.6 审定与核查机构可通过查阅环境影响评价报告书（表）及其批复文件、竣工环境保护验收报告、环境监测报告、社会责任报告、环境社会与治理报告、可持续发展报告等，以及现场走访等形式评估技术应用工程是否符合可持续发展要求，是否对可持续发展各方面产生不利影响。

8.2 项目边界的审定与核查要点

审定与核查机构可通过查阅可行性研究报告及批复（备案）文件、环境影响评价报告书（表）及其批复文件等，以及现场走访、使用北斗卫星导航系统（BDS）、地理信息系统（GIS）等方式确认项目业主是否正确地描述了项目地理边界和拐点经纬度坐标（以度表示，至少保留 6 位小数）、项目设备设施。

8.3 项目计入期的审定与核查要点

审定与核查机构通过查阅技术应用工程开始供暖日期证明材料（如供热验收报告、供热并网通知书、供热协议等）、项目寿命期限文件（如设备采购合同、运维协议）等，以及现场走访确认项目计入期在项目寿命期限之内。对于合并申请的项目，因政策性关停的技术应用工程不影响合并项目寿命期限。需通过行政机构发布的正式关停决定、正式关停通知、关停项目清单公示等文件确认关停工程是否为政策性关停。

8.4 项目监测计划的审定与核查要点

审定与核查机构通过查阅项目设计文件、减排量核算报告、项目平面图、监测计量点位图、检定报告、校准（检验）报告等相关证据材料，以及现场走访查看热量表、温度计、压力计、流量计、电能表、流量积算仪等计量仪表的安装位置、准确度、个数、数据联网证明材料等，确认项目设计文件、监测计划和监测数据联网基础信息表描述的完整性、准确性，核实项目业主是否按照监测计划实施监测。

8.5 项目减排量的交叉核对

审定与核查机构通过查看全国碳市场管理平台联网监测数据及热量、电量、天然气消耗量相关证明材料，交叉核对核算报告中计算的减排量，按照保守原则取值。

8.6 参数的审定与核查要点及方法

参数的审定与核查要点及方法见表 16。

表 16 参数的审定与核查要点及方法

序号	内容	审定要点及方法	核查要点及方法
1	第 y 年的项目供热量 ($Q_{\text{Heat},y}$)	a) 查阅可行性研究报告中的项目供热量设计值; b) 应现场查看以下内容: ——热量表是否按照 GB 50093 安装要求安装, 是否位于供暖系统 j 主管路的供水口或回水口处; ——查阅设备首次检定记录, 确认热量表的准确度等级不低于 2.0 级, 流量计最大允许误差不超过 $\pm 5.0\%$, 温度计最大允许误差不超过 $\pm 2.0\%$, 流量积算仪准确度等级不低于 1.0 级且能够自动输出供热量; ——热量表按照仪表设定频次开展连续监测, 是否每整点记录该小时热量, 数据是否接入项目监测数据储存系统和全国碳市场管理平台; ——上传至全国碳市场管理平台的监测数据联网基础信息表中对此参数的描述是否完整、准确; ——热量数据监测、记录是否与监测计划、监测数据联网基础信息表的描述一致。	a) 查阅设备检定、校准记录, 确认热量表是否在检定、校准有效期内, 确认热量表的准确度等级不低于 2.0 级, 流量计最大允许误差不超过 $\pm 5.0\%$, 温度计最大允许误差不超过 $\pm 2.0\%$, 流量积算仪准确度等级不低于 1.0 级且能够自动输出供热量; b) 查阅热量结算凭证、热量销售台账等文件, 与热量表监测数据进行交叉核对; c) 应现场查看以下内容: ——热量表是否按照 GB 50093 安装要求安装, 是否位于供暖系统 j 主管路的供水口或回水口处; ——热量表是否按照监测计划、监测数据联网基础信息表开展监测; ——接入项目监测数据储存系统和全国碳市场管理平台的数据是否与热量表读数一致。
2	第 y 年的项目运维耗电量 ($EC_{\text{Pl},y}$)	a) 查阅可行性研究报告中项目运维耗电量设计值; b) 应现场查看以下内容: ——电能表是否按照 DL/T 448、DL/T 825 安装要求安装, 是否位于换热站供配电柜 (箱) 的电力进线侧或供用电合同中明确的其他下网计量点; ——查阅设备首次检定记录, 确认电能表的准确度等级是否符合 GB 17167 要求; ——电能表是否按照仪表设定频次开展连续监测, 是否每整点记录该小时电量, 数据是否接入项目监测数据储存系统和全国碳市场管理平台; ——上传至全国碳市场管理平台的监测数据联网基础信息表中对此参数的描述是否完整、准确; ——电量数据监测、记录是否与监测计划、监测数据联网基础信息表的描述一致。	a) 查阅设备检定、校准记录, 确认电能表是否在检定和校准有效期内, 确认电能表的准确度是否符合 GB 17167 要求; b) 查阅电量结算凭证、电网公司开具的电量证明等文件, 与电能表监测数据进行交叉核对; c) 应现场查看以下内容: ——电能表是否按照 DL/T 448、DL/T 825 安装进行安装, 是否位于换热站供配电柜 (箱) 的电力进线侧或供用电合同中明确的其他下网计量点; ——电能表是否按照监测计划、监测数据联网基础信息表开展监测; ——接入项目监测数据储存系统和全国碳市场管理平台的数据是否与电能表读数一致。

序号	内容	审定要点及方法	核查要点及方法
3	第 y 年的项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率 (TDL_y)	a) 查阅项目设计文件中的项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率取值； b) 查阅项目审定时《电力工业统计资料汇编》公布的最新的项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率取值； c) 核对取值是否一致，以项目审定时《电力工业统计资料汇编》公布的最新的项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率为准。	a) 查阅项目减排量核算报告中的项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率取值； b) 查阅在审定与核查机构通过全国温室气体自愿减排注册登记系统上传减排量核查报告时，《电力工业统计资料汇编》是否公布了第 y 年的项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率。如果公布，以第 y 年的项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率为准；如果未公布，以第 y 年之前可获得的最近年份的项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率为准。
4	第 y 年的项目所在区域电网的电量边际排放因子 ($EF_{grid,0M,y}$)	a) 查阅项目设计文件中的电量边际排放因子取值； b) 查阅项目审定时生态环境部组织公布的最新的“中国区域电网基准线排放因子”中的项目所在区域电网的电量边际排放因子取值； c) 核对取值是否一致，以项目审定时生态环境部组织公布的最新的“中国区域电网基准线排放因子”中的项目所在区域电网电量边际排放因子为准。	a) 查阅项目减排量核算报告中的电量边际排放因子取值； b) 查阅审定与核查机构通过全国温室气体自愿减排注册登记系统上传减排量核查报告时，生态环境部是否组织公布了第 y 年“中国区域电网基准线排放因子”。如果公布，以第 y 年的项目所在区域电网的电量边际排放因子为准；如果未公布，以第 y 年之前最近年份的所在区域电网的电量边际排放因子为准。
5	第 y 年的项目所在区域电网的容量边际排放因子 ($EF_{grid,BM,y}$)	a) 查阅项目设计文件中的容量边际排放因子取值； b) 查阅项目审定时生态环境部组织公布的最新的“中国区域电网基准线排放因子”中的项目所在区域电网的容量边际排放因子取值； c) 核对取值是否一致，以项目审定时生态环境部组织公布的最新的“中国区域电网基准线排放因子”中的项目所在区域电网容量边际排放因子为准。	a) 查阅项目减排量核算报告中的容量边际排放因子取值； b) 查阅审定与核查机构通过全国温室气体自愿减排注册登记系统上传减排量核查报告时，生态环境部是否组织公布了第 y 年“中国区域电网基准线排放因子”。如果公布，以第 y 年的项目所在区域电网的容量边际排放因子为准；如果未公布，以第 y 年之前最近年份的所在区域电网的容量边际排放因子为准。

序号	内容	审定要点及方法	核查要点及方法
6	第 y 年的项目天然气消耗量 ($FC_{ng,y}$)	a) 查阅可行性研究报告中的项目天然气消耗量设计值，如无数据，可计为 0； b) 对于已经投入运行的项目，应现场查看以下内容： ——膜式燃气表、组合式燃气表是否按照 GB 50093 安装要求安装，是否位于天然气锅炉燃料管道入口端； ——查阅设备首次检定记录，确认膜式燃气表准确度等级不低于 1.5 级，流量计的最大允许误差不超过 $\pm 1.5\%$，温度计的最大允许误差不超过 $\pm 2.0\%$，压力计准确度等级不低于 1.0 级，流量积算仪准确度等级不低于 1.0 级且能够自动输出温度为 20℃、1 个标准大气压下的天然气消耗量； ——燃气表是否按照仪表设定频次开展连续监测，是否每整点记录该小时天然气消耗量，数据是否接入项目监测数据储存系统和全国碳市场管理平台； ——上传至全国碳市场管理平台的监测数据联网基础信息表中对此参数的描述是否完整、准确； ——天然气消耗量数据监测、记录是否与监测计划、监测数据联网基础信息表的描述一致。	a) 查阅设备检定、校准记录，确认流量计是否在检定、校准有效期内，膜式燃气表的准确度等级不低于 1.5 级，流量计的最大允许误差不超过 $\pm 1.5\%$，温度计的最大允许误差不超过 $\pm 2.0\%$，压力计准确度等级不低于 1.0 级，流量积算仪准确度等级不低于 1.0 级且能够自动输出温度为 20℃、1 个标准大气压下的天然气消耗量； b) 查阅天然气结算凭证、天然气消耗台账等文件，与流量计监测数据进行交叉核对； c) 应现场查看以下内容： ——膜式燃气表、组合式燃气表是否按照 GB 50093 安装要求安装，是否位于天然气锅炉燃料管道入口端； ——燃气表是否按照监测计划、监测数据联网基础信息表开展监测； ——接入项目监测数据储存系统和全国碳市场管理平台的数据是否与燃气表读数一致。
7	第 y 年的项目热泵机组制冷剂泄漏量 ($M_{R,y}$)	a) 查阅可行性研究报告中的项目热泵机组制造（生产）时间、制冷剂种类、充注量设计值； b) 查阅项目设计文件中的制冷剂泄漏量取值是否按照可行性研究报告设计值以及热泵使用年限对应的制冷剂泄漏量缺省值进行取值。	a) 查阅减排量核算报告中的项目热泵机组制冷剂泄漏量取值； b) 现场查看项目热泵机组的设备铭牌、说明书中的热泵机组制造（生产）时间、制冷剂种类、充注量设计值； c) 核对取值是否一致，以设备铭牌、说明书的取值为准。

9 方法学编制单位

在本文件编制工作中，陕西省煤田地质集团有限公司，以及西安中碳环境科技有限公司、中国石化集团新星石油有限责任公司、陕西省地热协会、陕西省地热能标准化技术委员会、自然资源部煤炭资源勘查与综合利用重点实验室、生态环境部环境发展中心、中国计量科学研究院、生态环境部信息中心、西安交通大学建筑节能研究中心、陕西中煤新能源有限公司、陕西煤田地质勘查研究院有限公司、万江新能源股份有限公司、中石化绿源地热能开发有限公司、陕西西咸新区能源集团有限公司、陕西西咸新区沣西新城能源发展有限公司、西安市新城区更新能源有限公司等单位作出积极贡献。

附 录 A

监测数据联网基础信息表

A.1 监测数据联网基础信息表的版本及修订					
版本号	制定（修订）年份		修订说明		
A.2 项目基本情况					
1. 项目基本信息 （包括项目名称、计入期、项目业主、项目权属情况。涉及多个技术应用工程的项目，应对各技术应用工程权属情况进行清晰阐述） 2. 项目运行情况 （包括井下换热装置、一次输配管网循环水泵、热泵机组、板式换热器、一次输配内调峰设备、配套设施等运行情况。涉及多个技术应用工程的项目，应对各技术应用工程运行情况进行清晰阐述）					
A.3 项目边界和主要系统设施描述					
1. 项目边界的描述 （包括项目边界所包含的系统设施、所对应的地理边界、工艺流程图及工艺流程描述，工艺流程图中标注各系统设施、监测仪表点位）					
2. 主要系统设施					
系统设施名称	监测数据储存系统名称	上位机/DCS	通信方式	网络情况	备注说明
例：井下换热装置 （同轴套管井井下换热装置或对接井井下换热装置）	XX 控制系统	EDPF NT+（V3.0）	TCP/IP	无线网	/
一次输配管网循环水泵					
.....					
A.4 数据内部质量控制和质量保证相关规定					
1. 内部管理制度和质量保证体系 （1）明确监测数据联网工作的负责部门及责任人，以及工作要求、工作流程等； （2）建立监测仪表使用和管理制度，明确监测仪表检定、校准（检验）、维护等工作的负责部门及责任人等； （3）针对供热量、运维耗电量、天然气消耗量等关键参数，建立监测仪表管理台账，并保留检定、校准（检验）相关原始凭证。					

参数	设备名称	设备型号	安装位置	生产厂家	监测频次	监测仪表准确度	监测原始数据小数位数*	检定和校准频次	最近一次检定和校准时间	检定和校准报告	是否接入监测数据储存系统	传输协议
第 y 年的项目供热量	热量表 1#							检定： 校准：	检定： 校准：	检定： 校准：		
第 y 年的项目运维耗电量	电能表 1#							检定： 校准：	检定： 校准：	检定： 校准：		
第 y 年的项目天然气消耗量	膜式燃气表 1#							检定： 校准：	检定： 校准：	检定： 校准：		
.....												

2. 原始凭证和台账记录管理制度
 （包括监测数据、检定、校准（检验）报告，以及其他相关材料的登记、保存和记录）

*流量、电量四舍五入保留到小数点后三位。热量四舍五入保留到小数点后两位。

附录 B

(资料性)

组合式热量表供热量计算方法

使用由温度计、体积流量计及流量积算仪构成的组合式热量表获得供热量的，流量积算仪内的内置算法应按照公式 B.1 进行计算：

$$Q_{\text{Heat},y} = \sum_{j=1}^J \int_{t=1}^{\text{time}_y} (FR_{j,t} \times 990.208 \times (T_{j,t,\text{supply}} - T_{j,t,\text{return}}) \times 4.1868 \times 10^{-6}) dt \quad (\text{B.1})$$

式中：

- $Q_{\text{Heat},y}$ —— 第 y 年的项目供热量，单位为吉焦 (GJ)；
- $FR_{j,t}$ —— 第 y 年供暖系统 j 第 t 时刻的热水体积流量，单位为立方米每秒 (m^3/s)；
- $T_{j,t,\text{supply}}$ —— 第 y 年供暖系统 j 第 t 时刻的供水温度，单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)；
- $T_{j,t,\text{return}}$ —— 第 y 年供暖系统 j 第 t 时刻的回水温度，单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)；
- j —— 项目供暖系统数， $j=1, 2, 3, \dots, J$ ， J 为项目边界内供暖系统总数，无量纲。对于单个中深层地热能井下换热供暖技术应用工程申请的项目中， $J=1$ ；
- t —— 第 y 年供暖系统的运行时长， $t=1, 2, 3, \dots, \text{time}_y$ 。 time_y 为第 y 年供暖系统的总运行时长，单位为秒 (s)，与监测仪表同步，通过基于网络授时的监测系统获取；
- dt —— 监测仪表的单位步长 (响应时间)，单位为秒 (s)；
- 990.208 —— 水的密度 (温度为 45°C 条件下)，单位为千克每立方米 (kg/m^3)；
- 4.1868×10^{-6} —— 水的比热容，单位为吉焦每千克每摄氏度 ($\text{GJ}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$)。

使用由温度计、质量流量计及流量积算仪构成的组合式热量表获得供热量的，流量积算仪内的内置算法应按照公式 B.2 进行计算：

$$Q_{\text{Heat},y} = \sum_{j=1}^J \int_{t=1}^{\text{time}_y} (FR_{j,t,m} \times (T_{j,t,\text{supply}} - T_{j,t,\text{return}}) \times 4.1868 \times 10^{-6}) dt \quad (\text{B.2})$$

式中：

- $Q_{\text{Heat},y}$ —— 第 y 年的项目供热量，单位为吉焦 (GJ)；
- $FR_{j,t,m}$ —— 第 y 年供暖系统 j 第 t 时刻的热水质量流量，单位为千克每秒 (kg/s)；
- $T_{j,t,\text{supply}}$ —— 第 y 年供暖系统 j 第 t 时刻的供水温度，单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)；
- $T_{j,t,\text{return}}$ —— 第 y 年供暖系统 j 第 t 时刻的回水温度，单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)；
- j —— 项目供暖系统数， $j=1, 2, 3, \dots, J$ ， J 为项目边界内供暖系统总数，无量纲。对于单个中深层地热能井下换热供暖技术应用工程申请的项目中， $J=1$ ；
- t —— 第 y 年供暖系统的运行时长， $t=1, 2, 3, \dots, \text{time}_y$ 。 time_y 为第 y 年供暖系统的总运行时长，单位为秒 (s)，与监测仪表同步，通过基于网络授时的监测系统获取；
- dt —— 监测仪表的单位步长 (响应时间)，单位为秒 (s)；
- 4.1868×10^{-6} —— 水的比热容，单位为吉焦每千克每摄氏度 ($\text{GJ}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$)。

附录 C

(资料性)

组合式燃气表天然气消耗量计算方法

使用由温度计、压力计、流量计及流量积算仪构成的组合式燃气表获得项目天然气消耗量的，流量积算仪内的内置算法应按照公式 C.1 进行计算：

$$FC_{ng,y} = \int_{t=1}^{time_y} F_{NPT,ng,t} dt \quad (C.1)$$

式中：

- $FC_{ng,y}$ —— 第 y 年的项目天然气消耗量，单位为万标准立方米（万 Nm^3 ）；
- $F_{NPT,ng,t}$ —— 第 y 年第 t 时刻的项目消耗天然气（20℃，1个标准大气压）流量，单位为立方米每秒（ m^3/s ），若无法直接监测，则按照公式（C.2）进行换算；
- t —— 第 y 年供暖系统的运行时长， $t=1, 2, 3, \dots, time_y$ 。 $time_y$ 为第 y 年供暖系统的总运行时长，单位为秒（s），与监测仪表同步，通过基于网络授时的监测系统获取；
- dt —— 监测仪表的单位步长（响应时间），单位为秒（s）。

第 y 年第 t 时刻项目消耗天然气（20℃，1个标准大气压）流量 $F_{NPT,ng,t}$ 按照公式 C.2 换算：

$$F_{NPT,ng,t} = \frac{F_{ng,t} \times T_{NPT} \times P_{ng,t}}{(273.15 + T_{ng,t}) \times P_{NPT}} \quad (C.2)$$

式中：

- $F_{NPT,ng,t}$ —— 第 y 年第 t 时刻项目消耗天然气（20℃，1个标准大气压）流量，单位为立方米每秒（ m^3/s ），
- $F_{ng,t}$ —— 第 y 年第 t 时刻项目消耗天然气的工况流量，单位为立方米每秒（ m^3/s ）；
- T_{NPT} —— 常温的开尔文温度，单位为开（K），数值为20+273.15；
- $P_{ng,t}$ —— 第 y 年第 t 时刻进入项目燃气管道的天然气绝对压力，单位为千帕（kPa）；
- $T_{ng,t}$ —— 第 y 年第 t 时刻进入项目燃气管道的天然气温度，单位为摄氏度（℃）；
- P_{NPT} —— 标准大气压，单位为千帕（kPa），数值为 101.325。