《山东省浅层地热能利用碳汇碳普惠方法学》

编制说明

山东省煤田地质规划勘察研究院

2025年6月

**目 录**

[一、编制意义和背景 1](#_Toc2178)

[二、编制过程 2](#_Toc30768)

[1、组建编制组 2](#_Toc709)

[2、方法学起草 2](#_Toc31386)

[3、专家意见征询 3](#_Toc7947)

[4、方法学审查 3](#_Toc21973)

[三、主要内容 4](#_Toc11603)

[1、引言 4](#_Toc15031)

[2、规范性引用文件 4](#_Toc159)

[3、术语和定义 4](#_Toc10140)

[4、申报主体、适用条件及计入期 5](#_Toc16313)

[5、项目边界及排放源 5](#_Toc10903)

[6、基准线情景 5](#_Toc270)

[7、减排量计算 6](#_Toc26211)

[8、数据来源及监测 10](#_Toc12909)

[9、参编单位 11](#_Toc5035)

[四、需要重点说明的问题 12](#_Toc1407)

# **一、编制意义和背景**

2023年1月2日，山东省生态环境厅、山东省发展和改革委员会印发了《关于印发山东省碳普惠体系建设工作方案的通知》(鲁环发〔2023〕1号)，文件要求结合山东省绿色低碳发展要求，着力开发公共出行、公益类减排项目等领域方法学，规范碳普惠核证减排量的核算。

地热能是一种清洁低碳、分布广泛、资源丰富、安全优质的可再生新型能源，其开发利用具有供能持续稳定、循环利用高效等特点，可有效减少温室气体排放，改善生态环境，推进绿色发展，在未来清洁能源发展中占重要地位。合理开发利用地热能对于优化山东省能源结构、落实“双碳”战略具有重要意义。2023年，为促进山东省地热能开发利用，《山东省人民政府关于加快推进地热能开发利用的指导意见》（鲁政字〔2023〕173号）《山东省人民政府办公厅印发关于支持地热能开发利用的若干措施的通知》（鲁政办字〔2023〕95号）等政策文件先后发布。

2023年10月24日，生态环境部发布了造林碳汇、并网光热发电、并网海上风力发电、红树林营造等首批4项温室气体自愿减排项目方法学。2024年12月30日，生态环境部发布了煤矿低浓度瓦斯和风排瓦斯利用以及公路隧道照明系统节能的2项温室气体自愿减排项目方法学。此外，各省正积极探索具有地方特色的碳普惠机制，河北省陆续发布了《河北省住宅建筑居住节能碳普惠降碳产品方法学》《河北省地源热泵项目降碳产品方法学》《河北省中深层地热能替代化石燃料集中供热项目降碳产品方法学》《河北省农林生物质能发电项目降碳产品方法学》《雄安新区分布式光伏项目降碳产品方法学》等，推动各省特色碳普惠项目开发。

山东省生态环境厅、省发展改革委印发《山东省碳普惠体系建设工作方案》明确提出，到2023年底我省将形成碳普惠体系顶层设计，搭建碳普惠平台，探索建立个人碳账户和多层次碳普惠核证减排量消纳渠道。为落实《山东省碳普惠体系建设工作方案》，助力山东省碳普惠体系建设，2023年2月14日，山东省生态环境厅发布“关于征集山东省碳普惠方法学的通告鲁环函〔2023〕18号”。 山东省煤田地质规划勘察研究院、山东省生态环境规划研究院基于前期浅层地热能的研究成果，起草完成《山东省浅层地热能利用碳汇碳普惠方法学》。

# **二、编制过程**

#### **1、组建编制组**

2024年6月，方法学编制任务启动后，山东省煤田地质规划勘察研究院、山东省生态环境规划研究院、山东鲁金环境工程有限公司、山东省能源环境交易中心有限公司、山东省绿色发展有限公司、山东省环保发展集团双碳科技有限公司、山东土地数字科技集团有限公司、山东新达环境保护技术咨询有限责任公司成立了方法学编制组，规定了重要时间节点、参编单位、人员分工等，使得本方法学编制工作有序进行。

#### **2、方法学起草**

（1）资料收集与初稿编制

编制组系统收集了国内外相关标准、文献调研，并完成企业实地考察后，多次召开研讨会，确定方法学编制方案，就方法学研制思路、项目边界、核算方法、数据来源及监测等重点技术内容及进度计划安排等进行详细讨论，形成方法学编制组讨论稿。

（2）初稿讨论

2024年7月9日，针对编制组讨论稿，召开会议探讨，对方法学编制工作进展、编制中的难点及重点进行讨论。会后，编制组结合讨论意见修改完善。

（3）调查研究与讨论稿编制

2024年7月22日—27日，编制组对多处实际浅层地热开发利用工程进行实地调研，调研地热开发利用工程实际监测情况。根据调研结果，编制组对方法学讨论稿进行了修改完善。

#### **3、专家意见征询**

2024年8月1日，山东省生态环境厅在济南召开专家研讨会，邀请了来自生态环境部、中国地质科学院水文地质环境地质研究所、山东省国土空间生态修复中心、山东省地质矿产勘查开发局的相关专家。与会专家对项目中的项目边界、减排量计算方法等展开讨论，一致认为该方法学具有一定的科学性和可行性，但仍需进一步改进。会后，编制组结合专家意见修改完善了《方法学》。

#### **4、方法学审查**

2024年11月5日，山东省生态环境厅联合省自然资源厅在济南组织召开了《山东省浅层地热能利用碳汇碳普惠方法学》技术审查会议。会议邀请了山东省国土空间生态修复中心、中环联合(北京)认证中心有限公司、山东省科学院生态研究所、胜利油田技术检测中心能源站等单位的相关专家。专家组一致认为该方法学具有科学性、合理性和可操作性，对山东省浅层地热能资源利用及碳减排具有重要的指导作用，并一致同意通过评审，经进一步完善后，按程序报送。会后，编制组结合专家意见对《方法学》进行了修改完善。

# **三、主要内容**

本文件共9章：

（1）引言；（2）规范性引用文件；（3）术语和定义；（4）申报主体、适用条件及计入期；（5）项目边界及排放源；（6）基准线情景；（7）减排量计算；（8）数据来源及监测；（9）参编单位。

#### **1、引言**

阐述了浅层地热能利用背景、作用、减排机理和所属领域等。本方法学适用于浅层地热能地埋管地源热泵项目所产生的二氧化碳减排量核算，地下水地源热泵和地表水地源热泵项目可参考本方法学。

#### **2、规范性引用文件**

列出了本方法学引用的相关国家标准、行业标准及设备检定规程等规范文件。

#### **3、术语和定义**

对方法学所必需的专业术语进行定义，如浅层地热能、地源热泵系统、地埋管地源热泵系统、计入期、项目边界等。

#### **4、申报主体、适用条件及计入期**

说明了申报主体，明确了本方法学的主要适用条件、计入期时间。

只有当项目连续稳定运行，监测系统完善，数据记录完整准确，才能保证核算减排量数据的准确性；项目应取得立项文件，以确保其合法合规性；项目活动中使用的制冷剂应符合国家或行业的规定，为确保项目减排量有效性，一旦泄漏，则减排量不予确认；涉及多个能源系统联合运行的项目，需明确地热能系统在整个能源供应中的独立性。

根据生态环境部、市场监管总局《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》（部令第31号）第二章，“项目审定与登记”申请登记的温室气体自愿减排项目应于2012年11月8日之后开工建设；第三章“减排量核查与登记”，申请登记的项目减排量产生于2020年9月22日之后。

因此，本方法学明确了项目活动的开始时间不早于2012年11月8日；项目产生的减排量不早于2020年9月22日。

减排量的核算周期以自然年为计量单位。

#### **5、项目边界及排放源**

以文字描述和项目边界图确定项目边界，明确了此类项目温室气体排放源的选择。

#### **6、基准线情景**

“基准线情景”，包含了基准线情景识别和额外性论证两个部分。基准线情景识别了两种情况，一是为既有建筑物供热/制冷时，其基准线情景为：采用原有的供热/制冷方式，为既有建筑物提供所需求的热量和冷量；二是为新建建筑供热/制冷时，其基准线情景为：采用满足国家新建建筑供热/制冷能耗指标限定要求，为新建建筑提供所需的热量和冷量。

浅层地热能属于重要的可再生能源，浅层地热能利用项目有助于减少碳排放量、改善区域能源结构，是国家和我省重点推广的新能源开发利用领域，而且是公认的绿色普惠项目，生态价值理应被发现。但由于浅层地热能开发利用的初期投资高，投资回收期较长，且伴随着资源风险等不确定性因素。因此，符合本文件适用条件的项目，其额外性免予论证。

#### **7、减排量计算**

减排量为基准线排放量与项目排放量、项目泄漏量之差。

通过地源热泵中控系统制冷剂压力表监测制冷剂的在线量在规程合理范围之内，则项目泄漏量为0。反之，则当年减排量不予确认。

（1）基准线排放量等于供热系统基准线排放量与制冷系统基准线排放量之和。

1）供热系统基准线排放量

当浅层地热能为既有建筑供热，既有建筑物供热方式采用化石燃料时，供热基准线排放量通过项目替代的供热量和原有供热系统的供热碳排放因子计算；既有建筑物供热方式采用电加热或空气源热泵机组时，供热基准线排放量采用项目替代的供热量和电加热器效率或空气源热泵机组的制热系数、电网组合边际CO2排放因子计算。

当浅层地热能为新建建筑物供热时，供热基准线排放量通过项目替代的供热量和项目所在城市建成区内的所有化石燃料集中供热系统的平均供热碳排放因子计算。

对于替代供热量的获取方式有两种，一是直接使用热量表的读数值；二是温度计和流量计的监测数据进行计算。并给出了这两种方式的优先级。

采用流量、温度计算项目替代供热量有三种方式，对其优缺点进行了对照分析。

方式一：利用流量、温差累计计算。计算公式如下：

$FF\_{HG,y}=\sum\_{j}^{}\sum\_{i}^{}\frac{FR\_{j,i,y}×ρ×∆t\_{j,i,y}×4.1868×10^{−6}}{^{60}/\_{Str}}$

式中：

$FF\_{HG,y}$—第y年的项目替代供热量（GJ）；

$FR\_{j,i,y}$—第y年第j个热泵机组第i个步长的用户侧流量（m3/h）；

j— 热泵机组个数；

i—步长个数；

ρ—水的密度（kg/m3）；

$Δt\_{j,i,y}$—第y年第j个热泵机组第i个步长用户侧供水与回水的温差（℃）；

4.1868×10-6—水的比热容取值（GJ/kg·℃）；

Str—热泵系统全年监测时间的步长（min）。

方式二：利用年平均流量、年平均温差、年利用时间计算。计算公式如下：

$FF\_{HG,y}=\sum\_{j}^{}（FR\_{j,y}×ρ×Δt\_{j,y}×4.1868×10^{−6}×T\_{j}）$

式中：

$FF\_{HG,y}$—第y年的项目替代供热量（GJ）；

$FR\_{j,y}$—第y年第j个热泵机组用户侧的年平均流量（m3/h）；

j— 热泵机组个数；

ρ—水的密度（kg/m3）；

$Δt\_{j,y}$—第y年第j个热泵机组用户侧的供水与回水的年平均温差（℃）；

4.1868×10-6—水的比热容取值（GJ/kg·℃）；

$T\_{j}$—第j个热泵机组年利用时间（h）。

方式三：利用小时平均流量、小时平均温差累计计算。计算公式如下：

$FF\_{HG,y}=\sum\_{j}^{}\sum\_{i}^{}FR\_{j,i,y}×ρ×∆t\_{j,i,y}×4.1868×10^{−6}$

式中：

$FF\_{HG,y}$—第y年的项目替代供热量（GJ）；

$FR\_{j,i,y}$—第y年第j个热泵机组用户侧的小时平均流量（m3/h）；

j— 热泵机组个数；

ρ—水的密度（kg/m3）；

$Δt\_{j,i,y}$—第y年第j个热泵机组第i个步长用户侧供水与回水的小时平均温差（℃）；

4.1868×10-6—水的比热容取值（GJ/kg·℃）；

$T\_{j}$—第j个热泵机组年利用时间（h）。

三种方式对比分析见表1。

**表1 项目替代供热量计算方式对比分析表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 优点 | 缺点 |
| 方式一 | 误差最小、计算操作简便 | 公式理解相对难 |
| 方式二 | 计算操作简便、公式理解相对简单 | 误差最大 |
| 方式三 | 误差较小、公式理解相对简单 | 监测数据频次小于1小时，计算操作复杂 |

根据调研数据，流量、温度监测数据频次大多数小于1小时，在对比了三种方式优缺点后，本方法学采用方式一。

对于供热碳排放因子，确定了以下五种情景。

a）当基准线情景为既有建筑物使用化石燃料集中供热或为新建建筑物供热，则供热碳排放因子使用化石燃料集中供热碳排放因子或所在城市建成区内的所有化石燃料集中供热系统的平均供热碳排放因子；

b）基准线情景为使用燃煤（或燃油、燃气）锅炉方式为既有建筑物提供热量，则供热碳排放因子采用所使用化石燃料的单位热值含碳量、碳氧化率、锅炉效率进行计算；

c）当上述供热碳排放因子的相关数据不可得时，采用国家公布的外购热力排放因子缺省值。

d）当既有建筑物采用电加热或空气源热泵机组作为供热方式时，则供热碳排放因子采用电加热器效率或空气源热泵机组的制热系数、电网组合边际CO2排放因子进行计算；

e）若原有的供热方式无法确认，则按照新建建筑物供热碳排放因子选取方式核算。

2）制冷系统基准线排放量

为既有建筑物制冷时，制冷系统基准线排放量通过项目替代的制冷量、原有制冷系统的制冷系数、区域电网组合边际CO2排放因子计算。

为新建建筑物制冷时，制冷系统基准线排放量采用满足国家新建居住建筑（或公共建筑）制冷能耗指标限定要求制冷设施消耗的电力与区域电网组合边际CO2排放因子计算。

（2）项目排放量

项目排放量为项目电力消耗产生的排放量和辅助热源中使用化石燃料消耗产生的排放量之和。

当项目运行有辅助热源时，辅助热源使用化石燃料消耗所产生的排放量用化石燃料的消耗量、燃料低位发热量、单位热值含碳量及碳氧化率计算。

#### **8、数据来源及监测**

列举了项目设计阶段、实施阶段需监测的参数和数据，数据管理的一些要求。

一是明确项目业主应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。二是明确热量表、电能表、流量计、温度计等计量装置的检定或校准要求和数据准确度控制与校正要求。三是明确数据管理与归档要求，确保数据管理规范、可追溯。

根据国家标准《工业企业温室气体排放核算和报告通则》编制说明征求意见稿（2024年5月），起草组选取了全国30余家工业生产企业进行了实地调研，目前各类工业企业对产生碳排放因素的物料计量监测方式如下：

（1）在所调研的企业中，所有企业均无能力进行物料的碳氧化率和单位热值含碳量的检测能力，碳排放计算时均采用缺省值；

（2）采用固体燃料的企业多进行低位发热量和元素碳的检测，但在碳排放计算时都采用了缺省值；

（3）采用液态燃料油的企业6家企业，只有一家进行了低位发热值的检测并用于碳排放的计算，其余均采用了缺省值；消耗量也均采用进厂过磅单数量。

（4）采用天然气的企业，低位发热值均定期（3个月）送外部检测或由供应商提供，本身也无能力检测碳氧化率和单位热值含碳量，均采用缺省值。

所以本方法学中规定了化石燃料低位发热量、化石燃料单位热值含碳量、化石燃料的碳氧化率取值均直接采用生态环境部发布的最新数据。

#### **9、参编单位**

列出了对本方法学编制作出积极贡献的单位名称。

附表提供了中国华北区域电网基准线排放因子、部分化石燃料的低位发热量、单位热值含碳量及碳氧化率、新建居住建筑供冷平均能耗指标、新建公共建筑供冷平均能耗指标、山东省各城市所属气候区域参数、山东省浅层地热能利用项目温室气体减排量评估报告提纲。

# **四、需要重点说明的问题**

无。