

**嘉兴市碳普惠减排项目方法学
低温余热发电项目
(JXPHCER-01-003-V01)**

2025 年 5 月

目 录

一、 范围	1
二、 规范性引用文件	1
三、 术语和定义	3
四、 适用条件	4
五、 避免减排量重复申报的措施	6
六、 项目边界及排放源	7
七、 额外性论述	10
八、 普惠性论述	12
九、 基准线识别	13
十、 减排量计算	13
十一、 数据来源及监测	15
十二、 项目审核与核查要点	20

嘉兴市碳普惠减排项目方法学

低温余热发电项目

(JXPHCER-01-003-V01)

一、范围

根据生态环境部《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》和《嘉兴市碳普惠交易试点建设工作方案》的有关规定，为推动嘉兴市废弃物可持续利用和减污降碳协同为目的的相关活动，规范低温余热发电利用项目（以下简称“项目”）等，确保项目所产生的核证减排量达到可测量、可报告、可核查的要求，推动嘉兴市低温余热发电的自愿减排交易，特编制《嘉兴市碳普惠减排项目方法学 低温余热发电项目》。

本方法学以《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）清洁发展机制（CDM）下 2012 年批准的最新方法学模板为基础，参考和借鉴 CDM 方法学有关工具、方式和程序，以及政府间气候变化专门委员会（IPCC）《2006 年国家温室气体清单编制指南》，并结合国内及嘉兴市低温余热发电的工作实际，经有关领域专家学者及利益相关方反复研讨后编制而成，力求方法学的科学性、合理性和可操作性，使之符合国际规则又适应我国及嘉兴市当地实际情况。

二、规范性引用文件

本方法学的编制参考和引用了下列文件。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。

- 《温室气体自愿减排项目方法学 并网光热发电（CCER-01-001-V01）》
- 《温室气体自愿减排项目方法学 并网海上风力发电（CCER-01-002-V01）》
- 《温室气体自愿减排项目方法学 甲烷体积浓度低于8%的煤矿低浓度瓦斯和风排瓦斯利用（CCER—10—001—V01）》
- 《通过废能回收减排温室气体（CM-005-V02）》
- 《废能回收利用（废气、废热、废压）项目（CMS-025-V01）》
- 《电能表监督管理规范》（GB/T 42556-2023）
- 《电能计量装置技术管理规程》（DL/T 448-2016）
- 《电能计量装置现场检验规程》（DL/T 1664-2016）
- 《电能计量装置安装接线规则》（DL/T 825-2021）
- 《电子式交流电能表检定规程》（JJG 596-2012）
- 电力消耗导致的基准线、项目和/或泄漏排放计算工具

三、术语和定义

下列术语和定义适用于此方法学：

温室气体：大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

低温余热：在工业生产过程中，温度相对较低（通常在100℃左右）、品位较低但具有可利用价值的热能资源。这些低温余热通常来源于工艺过程中的副产蒸汽、冷却水等。

ORC 余热发电：即有机朗肯循环(Organic Rankine Cycle, 简称 ORC) 技术，是一种利用低沸点有机物作为工质的朗肯循环过程。其核心原理是将工业生产过程中产生的废热，如废气、废液等工质中的热能或可燃质作为热源，通过余热锅炉（或换热器）加热有机工质，使其蒸发成为高温高压的蒸汽，然后利用蒸汽驱动涡轮透平做功，进而带动发电机发电。ORC 系统主要由蒸发器、透平发电机、冷凝器和工质泵四大部分组成。

碳普惠行为：指嘉兴市相关个人、机构团体和企业自愿参加与实施的降碳增汇的低碳行为。

碳普惠行为排放：指碳普惠行为情景下产生的温室气体排放。

基准线情景：指在没有该碳普惠行为情景下最现实可行的情景。

基准线排放：指在基准线情景下产生的温室气体排放。

唯一性：指项目未参与其他减排交易机制，不存在项目重复认定或者减排量重复计算的情形。

额外性：指项目实施克服了财务、融资、关键技术等方面的障碍，并且相较于相关方法学确定的基准线情景，具有额外的减排效果，即项目的温室气体排放量低于基准线排放量，或者温室气体清除量高于基准线清除量。

保守性：指在项目减排量核算核查过程中，如果缺少有效的技术手段或者技术规范要求存在一定的不确定性，难以对相关参数、技术路径进行精准判断时，应采用保守方式进行估计、取值等，确保项目减排量不被过高计算。

普惠性：指项目实施能够促进中小微企业绿色低碳发展，扩宽公众践行低碳生活方式。

四、适用条件

本方法学适用于低温余热发电项目，即利用工业生产过程中产生的副产蒸汽进行低温余热发电自发自用的项目。具体适用条件如下：

适用范围：本方法学适用于利用生产过程中产生的副产蒸汽进行低温余热发电自发自用的项目。

申报主体：本方法学适用于个人、集体和企业（控排企业除外）进行减排量申请，申报主体必须是项目的实际实施

方，或者拥有合法授权的实施方。

地理位置：项目必须位于嘉兴市行政区域内，且项目实施地点需明确，具体到市/县/乡（镇）/村等地理范围。

项目类型：本方法学适用于 2012 年 11 月 8 日之后开工建设的低温余热发电项目。项目以生产过程中产生的副产蒸汽为主要热源，且蒸汽温度不得高于 110℃，通过有机朗肯循环（ORC）技术进行发电。

技术条件：项目必须采用成熟的 ORC 余热发电技术，所发电量应全部用于生产装置，替代部分或全部外购电力。项目实施不得改变原有生产工艺及生产条件。

项目规模：项目规模应与生产装置的产能相匹配，副产蒸汽量应稳定。

法律法规：项目实施前，法律法规不要求项目设施回收利用余热。

申报要求：项目申报方可自行申请项目减排量，也可委托个人或者单位作为项目组织实施人（或单位）进行申请。项目申报方与项目组织实施人（或单位）应签订委托协议，明确减排量权属、权利及义务关系，由项目组织实施人（或单位）汇总申报项目减排量。在进行打捆申报时，所涉及的项目应为同一类型，并且归属于同一个业主单位。同时，需确保每个项目均符合本方法学的要求。此外，各项目的减排量需独立核算，且减排量信息、基本信息等关键内容应分别

列出。

项目计入期：项目减排量应于我国提出碳达峰碳中和目标（2020 年 9 月 22 日）之后，从验收合格发电之日算起，计入期不超过 10 年。项目计入期开始时间遵从嘉兴市生态环境局相关规定，核算周期以自然年为单位。

其他标准：项目产生的电力需符合国家和地方标准。

减排量收益：本方法学要求项目产生的经核证的减排量只能签发给项目实施方。

其他条件：以上涉及到的工具中的适用条件也适用于本方法学。

五、避免减排量重复申报的措施

为避免减排量人为重复申报，在申报减排量时需同时提供以下信息，并保留相关证明材料以供核查：

- 项目申请方信息；
- 申报时需提供真实可信的材料清单，包括发电量监测数据、相关设备的运行数据等，并提供余热电量利用等佐证材料。申报项目时需要在申报文件中提交相关证明材料复印件。

对申报材料进行严格审核，对于材料不完整或存在疑问的申报要求企业补充说明或提供进一步的证据。审核人员应具备专业的知识和经验，能够准确判断申报材料的真实性和

合理性。

另外，项目申请方应提供承诺书，声明所申请项目在申请时段内所产生的减排量未在其它减排交易机制下获得签发。

已获签发减排量的项目不得重复申报碳普惠核证减排量（PHCER）及其他减排机制下的减排量。

申报项目时不得以拆分形式分别申报。

六、项目边界及排放源

1. 项目边界

项目边界是指与项目活动直接相关的所有设施 and 设备的集合，包括项目发电及配套设施，以及项目所在区域电网中的所有发电设施。

（1）项目发电及配套设施

ORC 余热发电机组：由蒸发器、冷凝器、工质泵和透平发电机等组成。机组的热源流量为 5~7 t/h，热源进口温度为 102℃（饱和蒸汽），热源出口温度为 50~80℃。

冷却水系统：主要为冷却塔，负责循环冷却水的供应和回流，确保发电机组的正常运行。

控制系统：包括系统控制柜、仪表等，用于监控和调节发电机组的运行状态。

其他辅助设施：用于支持发电机组的运行和维护。

（2）热源设施

副产蒸汽的产生设施：副产蒸汽的温度为 102℃左右，压力为微正压。这些蒸汽通过管道输送到 ORC 余热发电机组，作为发电机组的热源。

（3）工艺流程

ORC 余热发电技术主要是通过将工艺塔顶蒸汽送往蒸汽发电机组发电，充分回收制冷机组停运期间的蒸汽余热。具体工艺流程（图 1）如下：

蒸汽进入发电机组：102℃的饱和蒸汽首先进入 ORC 发电机组的蒸发器。

蒸汽冷凝：蒸汽在蒸发器内被冷凝至 50℃后，进入下游工艺段。为减少不凝气体对蒸发器换热的影响，蒸发器上设置排放管，定时将不凝气引至原有设备。

热源管道调节：发电机组热源管道进出口设置电动调节阀，原有一级空冷器进出口也设置电动调节阀，用于检修发电机组及调节热源负荷。

有机工质循环：蒸汽在蒸发器内加热有机工质，被加热的有机工质形成一定压力的蒸汽，推动汽轮机做功，并带动发电机。做功后的有机工质进入冷凝器，被循环冷却水冷凝成液态，通过工质泵的加压再次将液态工质送入蒸发器，完成整个循环。

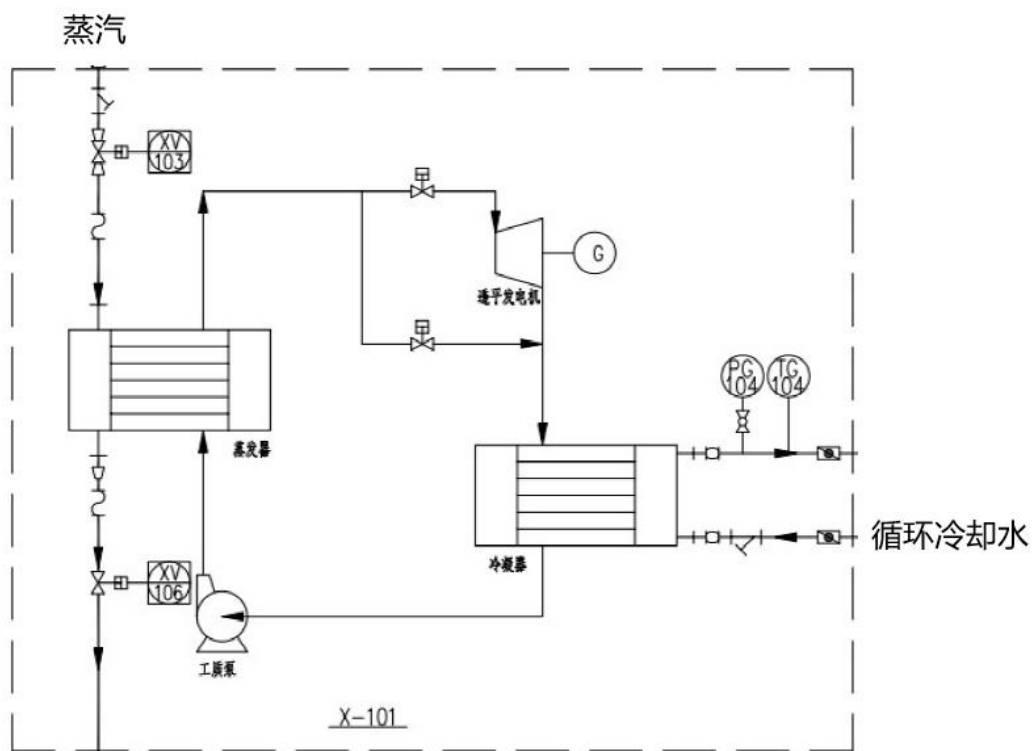


图 1 ORC 发电原理图

项目边界包括项目发电及配套设施，以及项目所在区域电网中的所有发电设施，如图 2 所示。

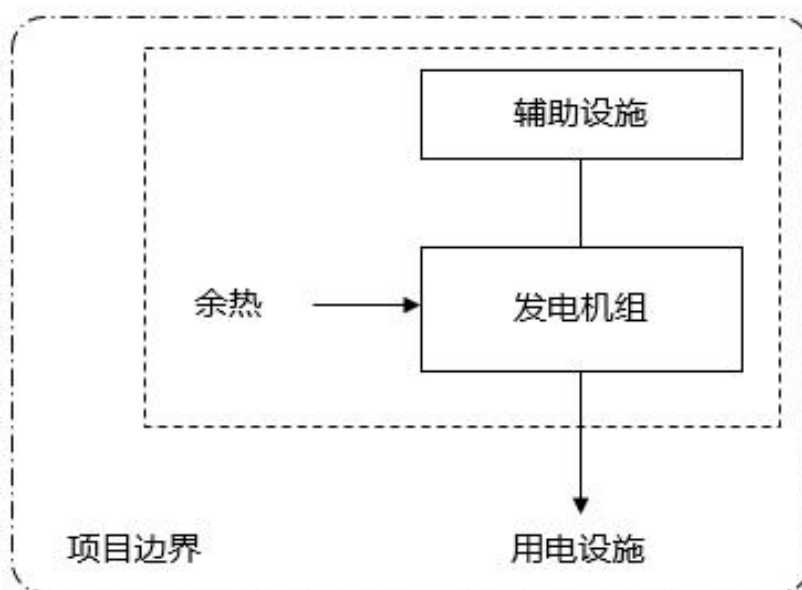


图 2 项目边界图

2. 排放源

项目基准线和项目排放源以及温室气体如表 1 所示：

表 1 项目边界内所包含的排放源和温室气体种类

	排放源	温室气体种类	是否包括	解释或说明
基 准 线	项目替代的所在区域电网的其他并网发电厂（包括可能的新建发电厂）发电产生的排放	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 活 动	低温余热发电项目产生的温室气体排放	CO ₂	是	可能为一个主要的排放源
		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

七、额外性论述

经论述符合以下条件之一的，视为具备额外性：

- 减排效果明显、监测数据质量可靠的行为/活动；
- 行为/活动涉及的产品或技术具备行业先进性；

- 以发挥生态、社会效益为主导功能的行为或活动。

减排效果明显：工业生产过程中通常会产生大量的余热资源，这些余热通常未能得到充分利用，导致能源浪费和环境污染。通过低温余热发电技术，可以将这些余热资源转化为电能，实现能源的高效再利用。以年产 50 万吨聚酯装置为例，ORC 余热发电机组年平均发电量可达 800 万度以上，减排二氧化碳约 4000 吨。余热发电技术的应用，提高了企业的能源利用效率，而且能有效减少温室气体排放。

行业先进性：ORC 余热发电技术以其低沸点有机物为工质，有效回收中低品位热能，突破了低温余热发电利用难度大、回收周期长等技术瓶颈。该技术具有效率高、系统构成简单、运行成本低、适用范围广等优点。与常规水蒸汽朗肯循环发电技术相比，有机朗肯循环发电技术克服了系统构成复杂、管道内容易结垢生锈、维修成本较高、单机容量不能太小、一般只适用于 350℃ 以上的余热等缺点。ORC 余热发电技术在化工行业的成功实践，有效拓宽了副产低温蒸汽的利用路径。

生态社会效益：近年来，国家出台了一系列政策支持绿色转型和节能减排。《2024—2025 年节能降碳行动方案》强调节能降碳是积极稳妥推进碳达峰碳中和、全面推进美丽中国建设、促进经济社会发展全面绿色转型的重要举措，该方案明确了节能降碳工作的推进力度和高压低压蒸汽回收利用

用等重点领域专项行动，为余热发电技术的推广和应用提供了政策支持。《中共中央 国务院关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》提出了到 2030 年重点领域绿色转型取得积极进展的主要目标，强调绿色生产方式基本形成，减污降碳协同能力显著增强，为余热发电技术的实施提供了明确的政策导向。《“十四五”循环经济发展规划》明确将推进工业余压余热的资源化利用作为重点任务，为余热发电技术的应用提供了政策依据。这些政策文件共同构成了余热发电技术发展的坚实政策基础，推动了行业的绿色转型和环境保护，为实现节能减排和绿色发展的目标提供了有力支持。

综上所述，低温余热发电自发自用碳普惠行为具有额外性。

八、普惠性论述

ORC 余热发电技术的优势在于其高循环效率、机型选择灵活性、高现场可用率以及机组维护要求低等特点。这些特点使得 ORC 余热发电系统能够在部分负荷条件下运行，且寿命长，启停操作简单，直接驱动机组发电机发电。此外，ORC 余热发电技术还具有适应性强、环境友好、经济性优势和应用前景广阔的特点。ORC 余热发电技术与制冷等技术的高效结合能实现蒸汽余热的有效回收利用，从而提高资源利用效率，减少能源浪费。随着技术的进步和应用范围的拓宽，

桐昆集团、新凤鸣集团、华润集团和万凯新材料等行业领军企业都已将 ORC 余热发电装置作为聚酯装置工艺塔顶副产蒸汽回收的配套装置。这些装置不仅运行稳定可靠，而且有效减少了温室气体排放，充分展现了 ORC 余热发电技术的普惠价值。

综上所述，ORC 余热发电技术以其卓越的普惠性和广泛的适用性，在多个行业中发挥着重要作用。通过回收和利用低品位热源，ORC 技术不仅提高了能源利用效率，减少了温室气体排放，还带来了显著的环境效益。随着技术的不断进步和应用领域的拓展，ORC 余热发电技术在推动行业绿色转型和实现可持续发展方面具有广阔的应用前景。

九、基准线识别

本文件规定的低温余热发电自发自用项目基准线情景为：低温余热发电项目的替代电量由项目所在区域电网的其他并网发电厂（包括可能的新建发电厂）进行替代生产的情景。

十、减排量计算

1. 基准线排放

基准线排放为低温余热发电机组替代的电量与排放因子的乘积，按照公式（1）计算。

$$BE_y = EG_{PJ,y} \times EF_{ELEC} \quad (1)$$

式中：

BE_y = 第 y 年的项目基准线排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$EG_{PJ,y}$ = 第 y 年的项目发电量替代的电量，单位为兆瓦时（ $MW \cdot h$ ）；

EF_{ELEC} = 第 y 年的浙江省级电网电力二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（ $tCO_2/MW \cdot h$ ）。

2.项目排放

项目排放由项目消耗所在区域电网电量产生，按照公式（2）计算。

$$PE_y = CONS_{grid,y} \times EF_{ELEC} \quad (2)$$

式中：

PE_y = 项目活动排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$CONS_{grid,y}$ = 第 y 年的项目消耗所在区域电网电量，单位为兆瓦时（ $MW \cdot h$ ）；

EF_{ELEC} = 第 y 年的浙江省级电网电力二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（ $tCO_2/MW \cdot h$ ）。

3.泄漏量排放

本方法学不考虑泄漏排放量。

4.减排量

项目活动的减排量按照公式（3）计算：

$$ER_y = BE_y - PE_y \quad (3)$$

其中：

ER_y = 第y年的项目减排量,单位为吨二氧化碳(tCO_2);

BE_y = 第y年的项目基准线排放量,单位为吨二氧化碳(tCO_2);

PE_y = 第y年的项目排放量,单位为吨二氧化碳(tCO_2)。

十一、数据来源及监测

1. 监测程序

在项目设计文件中描述和详细列出全部的监测程序,包括采用的测量设备的类型,监测活动的责任分配和质量保证/控制程序(QA/QC)。如果方法学给出了不同的选项(例如,利用默认值或现场测量),项目设计文件中要详细说明哪个选项被采用。所有的仪表和仪器要根据行业实践定期校核。

2. 监测的数据和参数

(1) 需监测的参数和数据

数据/参数	$EG_{PJ,y}$
数据单位	MW·h
描述	第 y 年的项目发电量替代的电量。
数据来源	使用电能表监测获得。该数据可使用发电量数据替代。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	采用行业相关标准规定的计量点进行监测，参照 DL/T 825 安装要求进行安装。
监测仪表要求	电能表须经过检定且符合相关的国家及行业标准，电能表准确度符合 DL/T 448 规定的准确度要求，电能表准确度等级不低于 0.5 级。
测量程序与方法要求	详见（2）项目实施及监测的数据管理要求部分。
监测频次与记录要求	连续监测，至少每月记录一次。
质量保证/质量控制程序要求	定期对电能表进行校准维护，以确保数据记录的准确性和完整性。
数据用途	用于计算项目发电量替代的电量 $EG_{PJ,y}$ 。

数据/参数	$CONS_{grid,y}$
数据单位	MW·h
描述	第 y 年的项目消耗所在区域电网电量。

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。如无数据，可计为 0。
监测点要求	采用行业相关标准规定的计量点进行监测，参照 DL/T 825 安装要求进行安装。
监测仪表要求	电能表须经过检定且符合相关的国家及行业标准，电能表准确度符合 DL/T 448 规定的准确度要求，电能表准确度等级不低于 0.5 级。
测量程序与方法要求	详见（2）项目实施及监测的数据管理要求部分。
监测频次与记录要求	连续监测，至少每月记录一次。
质量保证/质量控制程序要求	定期对电能表进行校准维护，以确保数据记录的准确性和完整性。
数据用途	用于计算第 y 年的项目消耗所在区域电网电量 $CONS_{grid,y}$ 。

数据/参数	EF_{ELEC}
数据单位	tCO ₂ /MW·h
描述	第 y 年的浙江省级电网电力二氧化碳排放因子。
数据来源	采用主管部门公布的最新的浙江省级电网的数据。

数据用途	用于计算基准线排放量 BE_y 及项目活动排放量 PE_y 。
------	-------------------------------------

(2) 项目实施及监测的数据管理要求

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) 指定专职人员负责发电量、消耗电量等数据的监测、收集、记录和交叉核对。

2) 电能表与计量装置的检定、校准要求

a) 项目使用的电能表在安装前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按照 JJG 596 等相关规程的要求进行检定。在电能表使用期间，项目业主应委托具备 CNAS 或 CMA 资质的第三方计量技术机构，按照 DL/T 1664 等相关标准和规程的要求每年对电能表进行校准，并且出具报告。

b) 已安装的电能表误差超出准确度范围或出现故障不能正常使用，项目业主应委托具备 CNAS 或 CMA 资质的第三方计量技术机构在 30 天内对电能表进行校准，必要时更

换新电能表，以确保监测数据的准确性。

3) 数据管理与归档要求

a) 对于收集到的监测数据，项目业主应建立数据、信息等原始记录和台账管理制度，妥善保管监测数据、电量结算凭证，以及计量装置的检定、校准相关报告和维护记录。台账应明确数据来源、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。

b) 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进行数据交叉核对，确保数据记录的准确性、完整性符合要求。

4) 数据精度控制与校正要求

电能表出现未校准、延迟校准或者准确度超过规定要求情形时，应对该时间段内的电量数据采用如下措施进行保守性处理：

a) 发电量的处理方式：

——及时校准、但准确度超过规定要求：计量结果 $\times$ (1-实际基本误差的绝对值)；

——未校准：计量结果 $\times$ (1-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) 耗电量的处理方式:

——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。

十二、项目审核与核查要点

1. 审定与核查机构应当按照有关规定对申请登记的减排项目的以下事项进行审定:

(1) 是否符合相关法律法规、国家政策;

(2) 是否符合本方法学相关要求, 包括适用条件、减排量核算方法、监测方法等;

(3) 是否具备真实性、唯一性和额外性;

(4) 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。

审定与核查机构可通过查阅可行性研究报告或节能报告, 或节能(技改)备案文件等, 通过现场走访等方式确认项目是否符合要求。

2. 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下表。

序号	内容	审定要点及方法	核查要点及方法
1	$EG_{PJ,y}$	a) 查看项目可行性研究报告中的发电量; b) 对于已经投入运行的项目, 应现场查看以下内容: ——计量点电能表的安装位置; ——查看发电量的数据监测、记录是否与监测计划的描述一致。	a) 查阅电能表读数记录; b) 查阅电能表检定、校准记录, 确认电能表是否在检定有效期内, 确认电能表的准确度是否符合 DL/T 448 6.2 要求; c) 现场查看以下内容: ——电能表的安装位置是否符合要求; ——电能表的准确度等级是否不低于 0.5 级; ——数据是否连续监测并按期记录。
2	$CONS_{grid,y}$	a) 查阅项目可行性研究报告中项目消耗的消耗电量设计值; b) 应现场查看以下内容: ——电能表是否按照 DL/T 825 要求进行安装; ——电能表是否按照仪表设	a) 查阅设备检定、校准记录, 确认电能表是否在检定有效期内, 确认电能表的准确度是否符合 DL/T 448 要求; b) 查阅消耗电量结算凭证、电网公司开具的消耗

序号	内容	审定要点及方法	核查要点及方法
		定频次开展连续监测； ——电量数据监测、记录是否与监测计划一致。	电量证明、电量结算发票等文件，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 825 要求进行安装； ——电能表是否按照监测计划开展监测。
3	EF_{ELEC}	a) 查阅项目设计文件中的浙江省省级电网的排放因子取值； b) 查阅项目审定时生态环境部组织公布的最新的“电力二氧化碳排放因子”中的浙江省省级电网的电力二氧化碳排放因子取值； 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“电力二氧化碳排放因子”中的浙江省省级电网的电力二氧化碳排放因子为准。	a) 查阅项目减排量核算报告中的浙江省省级电网的排放因子的取值； b) 查阅审定与核查机构减排量核查报告中，生态环境部是否组织公布了“电力二氧化碳排放因子”。如果公布，以第 y 年浙江省省级电网的排放因子为准； 如果未公布，以第 y 年前最近年份的浙江省省级电网的排放因子为准。