

CM-018-V01 在工业或区域供暖部门中通过锅炉改造或替换提高能源效率 (第一版)

一、 来源、定义和适用条件

1. 来源

本方法学参考 UNFCCC-EB 的 CDM 项目方法学 AM0044: Energy efficiency improvement projects - boiler rehabilitation or replacement in industrial and district heating sectors (第 2.0.0 版), 可在以下网址查询:

<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/3HZ4USHZ2W449HMAXZN420E5PJB1QF>

2. 定义

CDM 术语中的定义适用;

本方法学中, 项目参与方定义为项目活动中锅炉的拥有者。锅炉的拥有者可能是锅炉安装地点的所有者, 或是项目活动期间拥有项目锅炉的第三方。

3. 适用条件

本方法学适用于在多个场所通过锅炉改造或替换提高能效的项目活动。如果项目参与方是第三方, 那么需要与项目活动所在场所签署合同。

下面的条件适用于本方法学:

- (1) 项目活动是改造和/或替换一些有剩余寿命的锅炉;
- (2) 锅炉拥有者实施项目边界内所有锅炉的改造和/或替换;
- (3) 项目边界的地理范围须明确界定;
- (4) 项目活动仅限于改造和/或安装锅炉以提高能效, 项目边界内不包括燃料转换;
- (5) 对项目边界内的锅炉没有强制性的关于最低效率等级的规定, 这一点需要文件证据证明, 比如建设规范等。
- (6) 基准线情景下的每个锅炉的装机容量都必须根据国际标准 ASME PTC 4-1998 做性能测试。¹

¹美国机械工程协会关于蒸汽发电机组的性能测试规范 ASME PTC 4 - 1998

(7) 项目边界内每台锅炉只能使用一种燃料类型。

二、 基准线方法学

1. 项目边界

项目活动中锅炉改造/替换涉及的所有场所都应该包含在项目边界内²。项目边界的地理范围（比如城市，乡镇等）必须在 CDM 项目设计文件中说明。必须使用被包含区域的官方地图来界定项目边界。

在估算基准线和项目排放的时候只考虑 CO₂ 排放源。

表一.项目边界包括或不包括的排放源

排放源		气体	是否包含	解释理由
基准线	锅炉的化石燃料消耗	CO ₂	是	主要的排放源
		CH ₄	否	简化排除，这是保守的
		N ₂ O	否	忽略
项目活动	锅炉的化石燃料消耗	CO ₂	是	主要的排放源
		CH ₄	否	因为排放很小，简化排除，忽略
		N ₂ O	否	忽略

2. 锅炉寿命的评估程序

项目参与方须应用最新版“设备剩余寿命确定工具”来确定锅炉的剩余寿命。

3. 基准线情景的确定

项目参与方利用下面的步骤识别项目的基准线情景：

步骤 1: 识别符合国家法律法规的自愿减排项目活动的替代方案

项目参与方必须识别所有可能的符合国家法律法规的替代活动，包括但不限于：

- (a) 现有锅炉维持现状；
- (b) 项目参与方替换或改造锅炉以提高能效，减少化石燃料消耗，也就是本项目活动不作为自愿减排项目实施。

如果项目参与方是第三方，那么下面的情景需要评估，也就是：

由锅炉所在场所的拥有者（比如工厂）实施替换或改造已有锅炉，也就是项目活动由项目活动场所的拥有者不作为自愿减排项目实施。

²场所包括电站，工厂和建筑物。

步骤 2: 识别最可能的基准线情景

项目参与方必须检查每一个替代方案，并且根据“额外性论证与评价工具”最新版本步骤 2 和步骤 3 进行识别。

如果项目活动有些场所的锅炉的装机容量比基准线锅炉大，那么对于项目活动的这些场所，可能的替代情景需要单独识别。

在障碍分析的时候可以考虑下面的障碍：

- (a) 锅炉所有者实施项目活动的融资障碍；
- (b) 第三方实施项目活动的融资障碍，或融资受限；或投资收益率低；
- (c) 锅炉所有者缺乏专业经验，如果实施项目活动，需要额外的成本，用于咨询等。

项目参与方必须应用“额外性论证与评价工具”的步骤 4 来确认项目活动在东道国不是普遍实践。

本方法学仅适用于最后识别的基准线情景为“现有锅炉维持现状”。

4. 额外性

项目参与方必须应用“额外性论证与评价工具”的最新版论述额外性。在论述的过程中，按照下面的指南进行论述。

步骤 1: 识别符合法律法规的项目活动替代方案

项目参与方必须考虑所有可能的情景，如果替代情景 1，也就是“现有锅炉维持现状”不符合国家法律法规，那么项目活动不具有额外性。

步骤 2: 投资分析

如果项目活动由第三方实施，那么必须使用投资分析，其它情况下，可选择投资分析或障碍分析。

项目参与方必须用基准线分析来比较不同的替代方案。基准线必须要能代表基于市场的标准投资回报，考虑项目类型的风险特点，但是不考虑项目开发者的自身风险或主观期望。基准线可以考虑使用国债率加上合适的风险溢价，以反映私人投资或项目类型的风险溢价。对于风险溢价，本方法学只考虑两种，一种是个人项目与公共项目的风险对比；另一种是与国家和技术关联的风险因子。

项目参与者必须用项目投资收益率（IRR）来进行评估，与基准收益率比较以判断额外性。³对于每一个替代情景，都必须估算排在前面的 10 个项目场所或最高的 10% 的项目场所的项目投资收益率（IRR）。为了选择这样的组群，首先对项目活动场所按照锅炉装机容量的降序排列，然后选择能够代表项目活动 80% 的场所来分析。在这些活动场所中，按照项目活动实施之后能效提高的比例大小排序，选择最高的 10% 或排在前面的 10 个活动场所。用这些场所的项目投资收益率（IRR）中最高的 IRR 值与基准收益率进行比较⁴。

如果项目活动仅有 10 台或更少的锅炉，那么所有锅炉都必须进行投资分析。

对于所有装机容量比基准线锅炉的装机容量高的活动场所，必须要进行投资分析。

在投资分析中，收入来自热能产生/销售。如果是第三方实施项目活动，这适用于第三方获得所有收入。比如因为项目活动的实施而导致装机容量的增加，这种情况下，初始投资等于用于购买新锅炉或购买其它改造/替换锅炉相关设备的费用。运营成本等于项目锅炉的运营成本。

对于每一台锅炉，IRR 计算至少要基于下面的数据和相关可得证据：

- (a) 锅炉的初始投资；
- (b) 总收入；
- (c) 总运营本；
- (d) 项目寿命。

如果项目活动由第三方实施，那么必须适用步骤 2。

项目参与方可以应用步骤 3 作为步骤 2 的补充论述。

步骤 3: 障碍分析 (可选择的)

根据“额外性论证与评价工具”最新版步骤 3 的指南，分析阻碍各个替代方案的完整障碍清单。下面是可能的障碍，作为补充。

投资障碍：

在没有自愿减排的收益下第三方或项目场所的所有者无法获得外部的资本金或贷款。

技术障碍：

如果该技术用于所有项目场所，那么该障碍适用。

³用项目投资收益率（IRR）是因为可能有潜在的许多不同的项目开发方(ESCOs)。

⁴假设不在这个组群里面的项目活动场所的 IRR 都低于组群里面的项目活动场所的 IRR。

普遍实践障碍:

如果项目活动属于首个项目，所用锅炉技术在东道国以前没有使用过，该障碍适用。

步骤 4: 普遍性分析

因为一些场所有很多锅炉，因此检查每台锅炉是不可行的，在这种情况下，如果有可能，可以使用当地关于锅炉替换的政策说明锅炉的最大使用寿命。这个政策必须与当地实际典型的锅炉替换记录交叉核对。

普遍性分析必须确定已有锅炉在项目活动计入期内是否需要替换以及什么时候替换。普遍分析的控制组定义为那些产生热能自用或提供给周边用户的工厂或建筑，不包括当地的自愿减排项目活动。控制组的地理范围定义为与项目活动具有类似的法律法规要求的周边地区。普遍性分析必须通过书面证据说明在当地流行的相关技术。如果这些信息不可得，那么必须对相关工厂或建筑做调研以确定相关技术的使用情况。普遍实践的阈值必须用于项目开始之前或每个计入期更新之前选择的控制组。

如果控制组有超过 33% 的设施使用与项目活动类似的技术改善锅炉，那么项目就不是额外的，经国家主管部门备案的审定/核证机构必须要核实相关书面证据。⁵

5. 基准线排放

下面的步骤用于估算基准线排放:

步骤 1: 确定每台基准线锅炉的热效率

热效率通过下面的公式来确定:

$$\eta_{BL,m,i} = \frac{EG_{BL,his,i}}{FC_{BL,his,i}} \quad (1)$$

其中:

$\eta_{BL,m,i}$ = 根据测量程序测量的锅炉 i 的平均基准线热效率。

$EG_{BL,his,i}$ = 基准线锅炉 i 的历史平均供热量(MJ/yr)

⁵这个阈值引用自 Everett M. Rogers, 2003, Diffusion of Innovations, Fifth Edition, Simon & Schuster Inc.

$FC_{BL, his, i}$ = 基准线锅炉 i 的历史平均燃料消耗量 (MJ/yr)

上面的计算必须基于项目活动实施前最近三年的历史数据。三年的平均供热量和燃料消耗量用于公式计算，这些数据必须在项目设计文件中报告。

每台基准线锅炉的总供热量通过蒸汽流量，压力和温度来确定，这些参数根据可接受的标准方法比如 ASME PTC 4-1998⁶ 或 BS845⁷ 或其它行业或国家标准进行测量。供热量的测量程序必须符合监测方法学。根据国家或国际标准来确定整体不确定性系数，用来调整用上述公式计算的效率。

$$\eta_{BL, i} = \eta_{BL, m, i} \times u_i \quad (2)$$

其中:

$\eta_{BL, i}$ = 锅炉 i 的平均基准线效率

$\eta_{BL, m, i}$ = 根据测量程序测量的锅炉 i 的平均基准线热效率。

u_i = 保守因子，从下表二中选择的热效率测量的不确定性系数。

如果项目活动场所实际的基准线数据不可得，那么按照先后优先顺序使用下面的数据：(优先级从高到低排序):

- (a) 实际测量热效率并做保守调整（项目参与方必须选择和论述表格二中的保守因子）。效率和不确定性的测量方法必须符合国际标准。不确定性水平用来从下面表格中选择保守因子。例如，40%的不确定性意味着项目参与方必须用基准线热效率乘以 1.12;
- (b) 在当地与项目活动锅炉类似的其它锅炉的保守热效率。这个效率必须通过数据或公开报告来论述。不确定性水平假设为超过 100%，除非有独立专家意见证明不确定性水平低于 100%。经国家主管部门备案的审定/核证机构必须在审定时确认独立专家的资质以及核实是否有利益冲突。

⁶American Society of Mechanical Engineers Performance Test Codes for Steam Generators: ASME PTC 4 – 1998; Fired Steam Generators.

⁷British Standard Methods for Assessing the Thermal Performance of Boilers for Steam, Hot Water and High Temperature Heat Transfer Fluids.

注意: 这个选项只适用于 USEPA 定义下的小锅炉 (输出容量小于 29 MW)。大锅炉不允许用这个选项。

表二. 保守因子⁸

估算的不确定范围 (%)	指定的不确定带 (%)	保守因子
小于等于 10	7	1.02
大于 10 小于等于 30	20	1.06
小于 30 小于等于 50	40	1.12
大于 50 小于等于 100	75	1.21
大于 100	150	1.37

步骤 2: 计算在没有项目活动的情况下每台锅炉需要的化石燃料量 (MJ/yr)

项目边界内每台锅炉的化石燃料输入用下面的公式计算:

$$FC_{BLE,i,y} = \left(\frac{EG_{PJ,i,y}}{\eta_{BL,i}} \right) \times CF_{i,y} \quad (3)$$

其中:

$FC_{BLE,i,y}$ = 计算的第 y 年基准线锅炉 i 的燃料输入(MJ/yr)

$EG_{PJ,i,y}$ = 第 y 年项目锅炉 i 的热能输出 (MJ/yr)

$CF_{i,y}$ = 第 y 年锅炉 i 的上限因子

如果一个项目场所的项目锅炉的供热能力超过基准线锅炉的供热能力, 那么基准线情景下的化石燃料输入必须设定上限, 用下面的公式计算:

⁸<http://unfccc.int/resource/docs/2003/sbsta/10a02.pdf> .

$$CF_{i,y} = \min \left[1; \frac{EG_{BL,his,i}}{EG_{PJ,i,y}} \right] \quad (4)$$

CF 的最大值是 1。

根据监测方法学，项目锅炉的总热能输出事后监测。热能输出的整体不确定性系数应该根据第 1 步选择的国际标准来确定，并且利用不确定性水平对应的保守因子进行调整，保守因子取自上面的表格二。

$$EG_{PJ,i,y} = EG_{PJ,i,m,y} \times utc_i \quad (5)$$

其中：

- $EG_{PJ,i,y}$ = 第 y 年项目锅炉 i 的热能输出 (MJ/yr)
 $EG_{PJ,i,m,y}$ = 根据监测方法学测量的第 y 年项目锅炉 i 的热能输出(MJ/yr)
 utc_i = 与项目锅炉 i 热能输出的不确定水平对应的保守因子(MJ/yr)

为了可以在项目设计文件中事先计算减排量，可以基于项目锅炉制造商的数据来确定热能输出量。

步骤 3: 计算每台基准线锅炉化石燃料的基准线排放(t CO₂/yr)

$$BE_{i,y} = FC_{BLE,i,y} \times EF_{C,FF,i} \times OXID_{FF,i} \times 44/12 \quad (6)$$

其中：

- $BE_{i,y}$ = 第 y 年锅炉 i 因燃烧化石燃料导致的基准线排放(t CO₂/yr)
 $FC_{BLE,i,y}$ = 计算的第 y 年基准线锅炉 i 的化石燃料输入 (MJ/yr)
 $EF_{C,FF,i}$ = 锅炉 i 的化石燃料的排放因子 (tC/MJ)
 $OXID_{FF,i}$ = 锅炉 i 的化石燃料的氧化因子
44/12 = 碳与二氧化碳的转换因子

步骤 4: 计算所有基准线锅炉的总基准线排放

总基准线排放计算如下:

$$BE_y = \sum_{i=1}^n BE_{i,y} \quad (7)$$

其中:

BE_y 第 y 年的基准线排放 (t CO₂/yr)

n 项目边界内的锅炉数量

6. 项目排放

项目排放计算公式:

$$PE_{i,y} = FC_{PJ,i,y} \times NCV_i \times EF_{C,FF,i} \times OXID_{FF,i} \times 44/12 \quad (8)$$

其中:

$PE_{i,y}$ 第 y 年项目锅炉 i 燃烧化石燃料导致的排放(t CO₂/yr)

$FC_{PJ,i,y}$ 第 y 年项目锅炉 i 的化石燃料消耗量(质量单位/yr).

$EF_{C,FF,i}$ 项目锅炉 i 的化石燃料的排放因子(t C/MJ)

NCV_i 项目锅炉 i 的化石燃料的净热值(MJ/质量单位)

$OXID_{FF,i}$ 项目锅炉 i 的化石燃料的氧化因子(百分比)

44/12 转化因子

所有项目锅炉的排放计算:

$$PE_y = \sum_{i=1}^n PE_{i,y} \quad (9)$$

其中:

PE_y = 第 y 年的项目排放 (t CO₂/yr)

n = 项目边界内的锅炉数量

项目排放必须利用事后监测的化石燃料的消耗来确定。由于有严格的质量控制和质量保证程序，不确定性水平低。为了完成项目设计文件中减排量的计算，化石燃料的消耗可以用来自项目锅炉设备商的数据进行事先估算。

7. 泄露

此类型项目活动无明显泄漏，因此忽略泄漏。

8. 减排量计算

减排量计算：

$$ER_y = BE_y - PE_y \quad (10)$$

其中：

ER_y 第 y 年的减排量 (t CO₂/yr)

BE_y 第 y 年的基准线排放 (t CO₂/yr)

PE_y 第 y 年的项目排放 (t CO₂/yr)

9. 不需要监测的数据和参数

下面的数据和参数计入期内不需要监测：

数据/参数	-
单位	kW _{th}
描述	基准线锅炉的装机容量
来源	实际直接测量
测量程序（如果有）	根据国际标准进行性能测试来确定

监测频率	-
质量控制/质量保证	-
备注	用于确定适用条件和热能输出

数据/参数	$EG_{BL, his, i}$
单位	MJ/yr
描述	基准线锅炉 i 的历史平均热能输出
来源	实际测量
测量程序（如果有）	产生的热能用能量发生装置产生的蒸汽或热水的焓值减去给水、锅炉喷出蒸汽和冷凝水回收的焓值。焓值由流量，温度和压力确定。可以用蒸汽表格或合适的热力学公式来计算焓值。应该使用认可的国际标准比如 BS845 或 ASME PTC 4-1998 。整体的不确定性水平也根据标准确定。
监测频率	-
质量控制/质量保证	-
备注	根据最近 3 年的平均水平确定。

数据/参数	$FC_{BL, his, i}$
单位	MJ/yr
描述	基准线锅炉 i 的平均历史化石燃料消耗
来源	实际测量

测量程序（如果有）	如果可能，所有的数据要跟化石燃料购买凭证交叉核对。 在很多情况下，燃料数据记录为质量或体积单位。为转化成能量单位，实际测量或当地关于燃料净热值的参数将用于计算。如果净热值的测量数据或当地数据不可得，那么可以使用最新版本 IPCC 默认数据。
监测频率	-
质量控制/质量保证	-
备注	根据最近 3 年的平均数据确定

数据/参数	$\eta_{BL,m,i}$
单位	-
描述	锅炉 i 的基准线热效率
来源	实际直接测量
测量程序（如果有）	必须利用认可的标准进行测量。直接测量方法（用净供热量除以燃料消耗）应该优先于间接测量（用燃料供应或热能产生值减去估算损耗）。测量程序、结果以及设备商的信息必须在项目设计文件中明确描述。测量的不确定性水平必须根据国际标准确定。
监测频率	-
质量控制/质量保证	-
备注	这个选项仅仅在三年历史数据不可得的情况下适用。必须用认可的国际标准中的方法确定热效率和不确定性水平。

三、 监测方法学

1. 监测程序

项目参与方必须收集项目设计文件中列出的每台锅炉的下列数据。⁹

监测下面的参数用于确认适用条件：

⁹所有数据必须保存至计入期结束后最少两年。

(1) 在每个项目活动场所项目锅炉的实际装机容量

监测下面的参数用于计算项目排放：

(1) 在每个场所锅炉替换或安装之后的活动开始时间；

(2) 每台锅炉消耗的化石燃料的量；

(3) 化石燃料的净热值；

(4) 化石燃料的排放因子；

(5) 化石燃料的氧化因子。

监测下面的参数用于计算基准线排放：

(1) 项目锅炉的总热能输出

在项目设计文件中明确所有的监测程序，包括监测仪表的类型，监测的责任说明，质量控制和质量保证程序。如果方法学提供了其它选项，比如默认值或现场测量，那么明确使用的那种方法。所有仪表和监测仪器必须根据行业标准常规校准。

2. 监测的数据和参数

数据/参数	-
单位	kW _{th}
描述	项目锅炉的装机容量
来源	实际测量
测量程序（如果有）	根据国际标准进行性能测试
监测频率	每年
质量控制/质量保证	测量结果用官方收据或设备商的信息进行交叉核对
备注	必须每年根据国际标准对锅炉进行考察。

数据/参数	-
单位	日期
描述	活动开始日期
来源	项目参与方记录
测量程序（如果有）	新安装或新改造的锅炉开始生产热能的日期
监测频率	每月
质量控制/质量保证	与相关书面证据交叉核对
备注	每个活动场所收集开始日期

数据/参数	$EG_{PJ,i,y}$ $EG_{PJ,i,m,y}$
单位	MJ/yr
描述	第 y 年锅炉 i 的热能输出
来源	测量
测量程序（如果有）	产生的热能用能量发生装置产生的蒸汽或热水的焓值减去给水、锅炉喷出蒸汽和冷凝水回收的焓值。焓值由流量，温度和压力确定。可以用蒸汽表格或合适的热力学公式来计算焓值。应该使用认可的国际标准比如 BS845 或 ASME PTC 4-1998 。
监测频率	持续监测，每年累计
质量控制/质量保证	流量计应该根据国家或国际标准正常维护和测试。整体不确定水平应该根据国际标准来确定，如果必要，用于调整热能输出的保守因子也用于基准线燃料消耗的调整。
备注	-

数据/参数	$FC_{PJ,i,y}$
单位	质量或体积单位/yr
描述	第 y 年项目锅炉 i 的化石燃料消耗
来源	测量
测量程序（如果有）	如果是天然气和油燃料，相关流量计的监测和校准必须根据相关国际标准进行。数据每月记录。利用当地密度数据转化成质量吨。如果是煤等其它固体燃料，在交付的时候记录，每个月累计一次。
监测频率	每个月记录，每年累计。
质量控制/质量保证	化石燃料数据必须跟购买收据交叉核对。二者的最高值用于计算。流量计应该根据合适的国际标准进行维护和测试。
备注	-

数据/参数	NCV
单位	MJ/质量或体积单位
描述	锅炉 i 的化石燃料的净热值
来源	实际测量或当地数据。如果不可得，用区域数据；如果区域数据不可得，用最近版本 IPCC 默认值。
测量程序（如果有）	根据最优国际实践测量
监测频率	每年
质量控制/质量保证	如果测量结果跟之前的测量或其它数据源差别很大，必须进行额外测量。如果当地或区域数据不可得，跟 IPCC 默认值交叉核对。
备注	-

数据/参数	$EF_{C,FF,i}$
单位	t C/MJ
描述	锅炉 i 使用的化石燃料的排放因子
来源	实际测量或当地数据。如果不可得，用区域数据；如果区域数据不可得，用最近版本 IPCC 的默认值。
测量程序（如果有）	根据最优国际实践测量
监测频率	每年
质量控制/质量保证	如果测量结果跟之前测量或其它数据源差别很大，必须进行额外测量。如果当地或区域数据不可得，跟 IPCC 默认值交叉核对。
备注	-

数据/参数	$OXID_{FF,i}$
单位	百分比
描述	锅炉化石燃料的氧化因子
来源	实际测量或当地数据。如果不可得，用区域数据；如果区域数据不可得，用最近版本 IPCC 的默认值。
测量程序（如果有）	根据最优国际实践测量
监测频率	每年
质量控制/质量保证	如果测量结果跟之前测量或其它数据源差别很大，必须进行额外测量。如果当地或区域数据不可得，跟 IPCC 默认值交叉核对。
备注	-

数据/参数	<i>N</i>
单位	-
描述	项目边界内锅炉数量
来源	-
测量程序（如果有）	-
监测频率	-
质量控制/质量保证	-
备注	-