

CMS-059-V01 使用燃料电池进行发电或产热

（第一版）

一、 来源

本方法学参考 UNFCCC-EB 的小规模 CDM 方法学 AMS-III.AC.: Electricity and/or heat generation using fuel cell（第 1.0 版），可在以下网址查询：

<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/OL84HV9C0HNUXAC6X1H2JYLZYD4OH6>

二、 技术方法

1. 此类别包含利用以天然气为原料的燃料电池技术进行废热发电的发电或产热形式。所发热量和/或电力将提供给现有或新增用户/设施来替代基准线中所使用的碳强度更高的化石燃料。
2. 此类别也包括项目活动产生的电量提供给电网的情况。
3. 此类别不适用于燃料电池产生的能量用于交通运输的情况。
4. 项目活动产生并输送电量和/或蒸汽/热量到某设施或项目边界内的多个设施，其中只有原本能够产生能量的设施才可以因能量替代而申请温室气体减排。
5. 地区或国家应具有充足可用的天然气。如，未来与项目活动规模相似的装机增容所需要的天然气不会因项目活动使用了天然气而受到天然气缺乏的限制¹。
6. 依照小规模方法学通用指南中描述的程序，项目活动中燃料电池的寿命应是可得的。如果项目活动在计入期内涉及电池或其他部件的替代（熔化的碳酸盐、电极等），项目所使用燃料电池技术的效率或容量方面应不存在因替换导致的显著变化。
7. 有关基准线设备剩余寿命的论证应满足小规模方法学通用指南中的要求。
8. 仅适用于年减排量小于或等于 60kt CO₂e 的减排措施。

三、 项目边界

¹在某些情况下，可能存在非价格弹性的供应限制（如，有限的资源在计入期内不可能扩张），这意味着一个项目活动替代了一个经济体中原本用于其他地方的天然气，因而导致可能的泄漏。因此，对项目支持者来说，用文件证明供应限制不会导致此处所说的显著泄漏是十分重要的。

9. 项目边界包括产热和/或发电的燃料电池以及热量和/或电量所供给设施所在地理位置的物理边界。
10. 边界应包括天然气的预处理（脱硫装置），水的预处理（过滤装置）和蒸汽发生设施，预处理和鼓气设施等。

四、 基准线情景

11. 简化的基准线是没有项目活动时采用的其他技术造成的燃料消耗乘以所替代的化石燃料的排放系数。排放系数可以采用 IPCC 缺省值。
12. 根据 CMS-001-V01 中的方法，项目活动既产生热量又产生电量时，应采用以下基准线情景中的一种²：
 - (a) 从电网引入电量和利用化石燃料产生热能（蒸汽/热量）；
 - (b) 由项目现场使用化石燃料的自备电厂产生电量（有可能送出到电网）和使用化石燃料产生热能（蒸汽/热量）；
 - (c) 综合(a)和(b)；
 - (d) 使用化石燃料的热电联产机组产生电量和热能（蒸汽/热量）（有可向电网/其他设施供电和/或向其他设施供热）。
13. 发电产生的基准线排放应通过以下等式计算：

$$BE_y = EG_y * EF_{CO_2,elec,base} \quad (1)$$

其中：

BE_y = 在 y 年通过项目活动替代电量产生的基准线减排量(tCO₂e/年)

EG_y = 在 y 年项目活动提供的电量(MWh/年)

$EF_{CO_2,elec,base}$ = 基准线化石燃料的 CO₂ 排放因子或电网排放因子(tCO₂/MWh)

14. 自备电厂发电产生的基准线减排量计算如下：

$$BE_{captive,y} = (EG_{captive,PJ,y} / \eta_{BL,captive plant}) * EF_{BL,FF,CO_2} \quad (2)$$

²对新建项目或没有可得历史资料的项目，应根据小规模方法学通用指南对新建项目规定，建立最合理的能源供应源。

其中：

$BE_{captelec,y}$ = 在y年，通过项目活动替代电量产生的基准线排放量(tCO₂)

$EG_{captelec,PJ,y}$ = 在y年，项目活动产生的电量(MWh)

EF_{BL,FF,CO_2} = 基准线电厂消耗化石燃料的CO₂ 排放因子，如果有的话则采用可信的地方或国家统计数据；否则采用IPCC默认排放因子；(tCO₂/MWh)

$\eta_{BL,captive plant}$ = 没有本项目活动情况下的化石燃料电厂的效率

15. 向电网供电和/或替代电网电量的基准线排放应通过项目活动产生的电量(MWh)乘以电网 CO₂ 排放因子(tCO₂/MWh)计算得出。电网 CO₂ 排放因子应按照下述第 19 段描述的步骤计算。

16. 对使用化石燃料产生蒸汽/热量的基准线排放计算如下：

$$BE_{thermal,CO_2,y} = (EG_{thermal,y} / \eta_{BL,thermal}) * EF_{FF,CO_2} \quad (3)$$

其中：

$BE_{thermal,y,CO_2}$ = 在y年项目活动替代的蒸汽/热量产生的基准线排放量(tCO₂)

$EG_{thermal,y}$ = 在y年项目活动提供的净蒸汽/热量的量(TJ)

EF_{FF,CO_2} = 基准线电厂使用化石燃料的CO₂排放因子(tCO₂/TJ)

$\eta_{BL, thermal}$ = 没有本项目活动情况下的化石燃料电厂的效率

17. 对基准线情景下所用化石燃料的排放因子($EF_{BL,i}$)和净热值(NCV_j)的确定，应以最新版的 IPCC 温室气体清单指南为指导。项目参与方可以进行测量，也可以在数据可获的情况下采用准确可靠的国家或地方统计数据。化石燃料为煤的情况下，如果所购买煤炭的定期抽样测试是正常惯例那么数据应以测试结果为基础。当此数据不可得时，如果默认排放因子被视为能够合理地代表当地的情况下，可采用 IPCC 默认排放因子（国家级的，如果可得）。所有的数据都应以保守的方式选择（在合理的范围内选择较低的数值），同时，应在项目设计文件中证明选择的合理性。当进行测量时，项目参与方应在项目设计文件中记录测量结果和基准线燃料事前计算的排放因子或净热值的平均值。

18. 在第 12 段(a),(b),(c)三种情况下，基准线排放应是在最近的历史记录中生产电量和蒸汽/热的排放量总和（取扣除不正常年份的至少最近三年内的平均值）。

对替代自备电厂供电和/或替代下网电量和/或向电网供电的项目活动，排放因子应反映自备电厂和基准线情景电网的排放强度。如果项目活动每年产生的电量小于或等于自备电厂和基准线情景下的净下网电量（最近三年数据的平均值）的和，排放因子应采用自备电厂电量和基准线净下网电量的加权平均来计算。如果项目活动每年产生的电量大于自备电厂和基准线情景下的净下网电量（最近三年数据的平均值）的和，电网排放因子或基准线自备电厂排放因子中较低的一个，应被用于增量（即，项目活动产生的电量减去自备电厂电量与净下网电量的总和）的计算。

对于新用户，将采用“基准线情景识别与额外性论证组合工具”来决定在基准线情景中的比率。

19. 项目活动产生的电量送出到电网的情况，基准线排放因子有以下三种方法确定方法：

- 方案 1：根据“电力系统排放因子计算工具”计算 BM；
- 方案 2：根据“电力系统排放因子计算工具”计算 CM，采用 50/50 OM/BM 的权重值；
- 方案 3：根据“基准线情景识别与额外性论证组合工具”，选取最有可能的基准线情景下的技术（和燃料）的排放因子。

20. 对使用化石燃料的热电联产电厂发电产热的情况（12(d)的情况），有以下公式：

$$BE_{cogen,CO_2,y} = [(EG_{PJ,thermal,y} + EG_{PJ,electrical,y} * 3.6) / \eta_{BL,cogen}] * EF_{FF,CO_2} \quad (4)$$

其中：

$BE_{cogen,CO_2,y}$ = 在 y 年项目活动替代的电量和热能的基准线排放量(tCO₂e)

$EG_{PJ,electrical,y}$ = 在 y 年项目活动产生的电量(MWh)

3.6 = 转换因子(TJ/MWh)

$EG_{PJ,thermal,y}$ = 在 y 年项目活动提供的热量的净值(TJ)

EF_{FF,CO_2} = 在基准线热电厂所用的化石燃料的 CO₂ 排放因子(tCO₂/TJ)。排放因子应采用上述第 17 段的方法计算

$\eta_{BL,cogen}$ = 没有本项目活动情况下的使用化石燃料的热电联产电厂的总效率（包括产热和发电）。效率应用产生的总能量（电量/蒸汽/热

量)除以所用燃料的热能来计算

21. 基准线情景的效率 ($\eta_{BL,captive\ plant}$, $\eta_{BL,thermal}$, $\eta_{BL,cogen}$) 应根据以下标准之一来决定 (优先顺序如下):

- (a) 使用基准线燃料且是类似规格单位的年度测量运营效率的最高值;
- (b) 两个或多个制造商提供的使用基准线燃料且是类似规格单位的年度测量运营效率的最高值;
- (c) 默认效率 100%。

在(a)和(b)的情况下,相似规格的单位指的是与项目活动有类似产出的其他发电和/或产热技术。效率的选择也要根据基准线情景中决定的燃料类型进行考虑。

五、 泄漏

22. 如果燃料电池和发电设施是从其他项目转移过来的,应考虑泄漏。

六、 项目排放

23. 项目活动利用天然气中的氢元素。在制氢气的过程中,以下两个过程将产生 CO₂ 排放: (1)天然气中甲烷作为原料在蒸汽转化/转变过程中发生的反应; (2)使用热量和/或电力作为辅助燃料 (如突然启动和备用设备运行消耗的燃料) 使用。可由现有的方法学 CMS-025-V01 推导出过程 1 中计算项目排放的过程。

$$PE_y = PE_{natural,feed} + PE_{heat} + PE_{elec} \quad (5)$$

其中:

PE_y = 在 y 年项目排放(tCO₂/年)

$PE_{natural,feed}$ = 在 y 年作为原料使用的天然气产生的项目排放(tCO₂/年)

PE_{heat} = 在 y 年热消耗产生的项目排放(tCO₂/年)

PE_{elec} = 在 y 年电力消耗产生的项目排放(tCO₂/年)

24. 为了计算作为原料消耗的天然气产生的项目排放,天然气的组分应根据备用天然气的组分分析进行报告。天然气组分数据应基于事后每月的监测过程来确定。这基于:

- (a) 供应商提供的信息；或
- (b) 独立且有资质的实验室进行的组分分析；或
- (c) 东道国的国家天然气供应商提供的产品规格声明。

25. 在蒸汽转化/转变反应中天然气的 CO_2 排放将根据原料天然气可能产生的 $\text{CO}_2(R_{\text{CO}_2})$ 来决定。 R_{CO_2} 是通过分析蒸汽转化/转变反应过程中天然气内单个分子而计算得来的³。项目排放 $PE_{\text{natural,feed}}$ 计算如下：

$$PE_{\text{natural,feed}} = R_{\text{CO}_2} * MW_{\text{CO}_2} * C_1 \quad (6)$$

其中：

R_{CO_2} = 作为原料的天然气中可能产生的 $\text{CO}_2(\text{kmol-CO}_2)$

MW_{CO_2} = CO_2 分子量(44kg/kmol-CO_2)

C_1 = 千克到吨的转换因子(0.001)

26. 一般的蒸汽转化反应为：



一般的转变反应为：



加和公式 6 和 7，为上述反应的净反应：



27. 由于碳氢化合物 C_nH_m 在蒸汽转化反应中生成 $n\text{CO}_2$ ，并改变作为原料消耗的天然气潜在生成 CO_2 的能力(R_{CO_2})，所以 R_{CO_2} 将根据项目活动所用的天然气的组成成分计算如下：

$$R_{\text{CO}_2} = \sum_i (n_i * m_i) * \sum_i [M_{\text{natural}} / (m_i * MW_i)] \quad (10)$$

其中：

n_i = 碳氢化合物 i 的分子中含有碳原子的数目

³在蒸汽转化过程中，剩余的/未转化的甲烷将经催化氧化反应变成 CO_2 。

m_i = 天然气中碳氢化合物 i 的摩尔组成

$M_{natural}$ = 每年作为反应原料使用的天然气的质量(kg-天然气)

MW_i = 碳氢化合物 i 的分子量(kg/kmol)

28. 如果项目活动利用热量和/或电力作为辅助燃料（如用来启动的下网电量和消耗的附加能量⁴），相关排放也应在计算项目排放中考虑。热量消耗产生的项目排放计算如下：

$$PE_{heat} = HC_y * EF_{CO_2,heat,proj} / \eta_{th,proj} \quad (11)$$

其中：

HC_y = 在 y 年项目活动产生的热量消耗量(TJ/年)

$EF_{CO_2,heat,proj}$ = 电厂所用燃料的单位能源 CO_2 排放因子(t CO_2 /TJ)

$\eta_{th,proj}$ = 项目活动中，供热电厂的效率。应采用最近三年电厂效率平均值。计入期内，电厂效率应每月测量，采用燃料或能源消耗量、输出的监测值并且取年平均值进行排放量计算。

29. 氢电厂的电量消耗将从电网引入或由现有电厂提供。电量消耗的项目排放计算如下：

$$PE_{elec} = EC_y * EF_{CO_2,elec,proj} \quad (12)$$

其中：

EC_y = 在 y 年项目活动提供的电量（MWh/年）

$EF_{CO_2,elec,proj}$ = 提供给项目活动的电量的 CO_2 排放因子（t CO_2 /MWh）。排放因子应采用最近三年电厂平均排放因子或电网排放因子

七、 监测

30. 监测包括测量燃料电池发电和产热技术产生的电力和蒸汽。

⁴包括燃料电池运行所有必要的辅助设施，如天然气的预处理（脱硫）设施，水和产气的预处理设施，鼓风机设施。

31. 为了确定项目排放，以下参数应进行监测：

- (a) 项目活动产生的电量和/或热量(MWh 或 TJ)；
- (b) 在受纳设施处监测的电量和/或热量(MWh 或 TJ)；
- (c) 在氢电厂中将被用作原料的天然气的量(kg-天然气)；
- (d) 在产热和/或发电过程中用到的辅助燃料的量；
- (e) 天然气的组成将采用以下三种方法之一进行每月的测量和收集：
 - (i) 供应商提供信息；或
 - (ii) 由独立的且有资质的实验室进行组成分析；
 - (iii) 东道国的国家天然气供应商提供的产品规格声明。