# CM-058-V01 在无机化合物生产中以可再生来源的 $CO_2$ 替代来自化石或矿物来源的 $CO_2$

## （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 AM0027: Substitution of CO2 from fossil or mineral origin by CO2 from renewable sources in the production of inorganic compounds（第 2.1 版），可在以下网址查询 http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/OE28MVRSBGJUV2CB9UB046N62HJ8CP

本方法学也参考了最新版的“额外性论证与评价工具”[1]。

### 2. 定义

无。

### 3. 适用条件

本方法学普遍适用于当前正在使用来自化石或矿物来源的 $CO_2$ 作为原料的无机化合物工业生产或制造工艺，而这种 $CO_2$ 原料可被来自可再生来源的 $CO_2$ 所替代。

本方法学的使用条件如下：

- 在项目实施之前，来自生物质加工过程中已产生出的 $CO_2$ 未被加利用，因此不会由于此项目活动而导致 $CO_2$ 由其他用途的转移；
- 项目不会导致生物质加工过程发生实质性改变；
- 在基准线下，无机化合物生产过程中所使用来自化石或矿物来源的 $CO_2$，且 $CO_2$ 是生产过程中唯一的有用产出。化石来源的 $CO_2$ 生产过程不产生任何能源副产品；
- 在项目活动中，项目实施前所使用的用于生产无机化合物的来自化石或矿物来源的 $CO_2$ 不会被排放到大气中；
- 项目活动不会导致相关无机化合物生产工艺的实质性改变（如产品变化）；

[1]请参考：<http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/approved.html>

- 工厂的生产水平（无机化合物年产量）不会因本项目活动而增加并超过历史最高产量；
- 在无机化合物生产中，准备来自生物质来源的 $CO_2$ 时，不需要额外的大量能源进行处理（相关 $CO_2$ 排放量低于总排放量的 1%）；
- 所产生的无机化合物中的碳全部来自生产过程中所使用的 $CO_2$。

本基准线方法学必须连同已批准的监测方法学 CM-058-V01（在无机化合物生产中以可再生来源的 $CO_2$ 替代来自化石或矿物来源的 $CO_2$）使用。

## 二. 基准线方法学

### 1. 基准线情景识别

本方法学通过以下步骤来确定基准线情景：

步骤一：识别项目活动的替代方案；

步骤二：评估项目额外性；

步骤三：在已识别的替代方案中确定最有可能的情景（基准线情景）。

**步骤一：识别项目活动的替代方案**

在无机化合物生产和消耗的国家范围内，项目参与方须针对项目的每个组成部分识别出其实际可行且可靠的替代方案。替代方案应从以下几个方面分别进行确定：

- 在没有自愿减排项目活动的情况下，$CO_2$ 如何获得？
- 在没有项目活动的情况下，可再生能源的原始来源将如何处理？
- 在没有项目活动的情况下，基准线和项目情景下的 $CO_2$ 将如何处理？

在没有自愿减排项目活动的情况下，$CO_2$ 如何获得？

一些无机化合物的生产将 $CO_2$ 作为原料。该气体与其他的原料在化学反应器中发生化学反应并产生最终产品。

$CO_2$ 可从*化石*、*矿物*或*可再生来源*获得。

来自可再生来源的 $CO_2$ 活动（项目活动）的替代方案必须通过技术协会的协商和官方（国家）信息来识别，适当情况下，可以通过技术文献或市场调查来获得支持。替代方案要在项目开展所在国的范围内进行识别。

对于此类信息，并没有单一的标准化来源，因此，信息来源必须在项目特定基础上来确定，并且由经政府主管部门备案的审定/核证机构在审定阶段进行评

估。选定的信息来源必须是在项目开展所在国的范围内作为可靠来源被公认、且被广泛认可的。

对于 $CO_2$，实际可行且可靠的替代方案可包括：

C1：拟议项目活动（对可再生来源的 $CO_2$ 的使用）不作为自愿减排项目实施。

C2：拟议项目活动在以后的某一时间点实施，并且不作为自愿减排项目。

C3： 拟议项目活动使用来自同类型的可再生来源的 $CO_2$，但消耗量相对较低（如，相关工业领域 $CO_2$ 的普遍使用效率）。

C4：使用来自特定的已存在或新建工厂的其他可再生来源的 $CO_2$，如其他生物质来源。

C5：使用来自特定的已存在或新建工厂的非可再生来源的 $CO_2$，如来自化石碳氢化合物[2]的热化学过程中的 $CO_2$、来自矿物生产[3]的 $CO_2$ 等。如果不作为无机化合物生产的原料，$CO_2$ 将不会被生产且不会被排放到大气中。

C6：使用来自特定的已存在或新建工厂的非可再生来源的 $CO_2$，例如：使用化石或矿物作为原料的其他工业过程中的剩余 $CO_2$。即使不使用这些 $CO_2$ 作为无机化合物生产的原料，其也会被生产出来并排放到大气中。

注意本部分所提出的替代方案只是指示性的。项目方可以依据相关证据增加或删减上述的替代方案。

**步骤二：评估项目额外性和选择合理的候选基准线**

在确定了替代方案并建立了实际可行且可靠的情景后，项目参与方必须应用已获得批准的最新版“额外性论证与评价工具”以实现两个目标：1）评估项目情景的额外性，说明其不属于基准线；2）在确定基准线的进一步考虑中，识别出应被排除的替代方案（例如，面临不可逾越的障碍或明显不具有经济吸引力的替代方案）。针对已识别的替代方案，使用该工具时不能做任何的修改。

**步骤三：确定最有可能的替代情景（基准线情景）**

如果存在一个以上可能的替代方案，项目参与方须选择基准线排放最低的替代情景作为基准线情景，以保证其保守性。

本方法学只适用于通过以上步骤一至步骤五后，可将替代方案 C5 确定作为基准线情景的项目。

[2]化石来源，通过合成气（例如，甲烷）的热化学处理或源自石油化工产业的其他碳氢化合物获得。由工业气体供应商处购买的 $CO_2$ 通常源于热化学处理。

[3]矿物来源，来自举世闻名的最常用的碳酸氢钠制造工艺——苏尔维法的碳酸钙（$CaCO_3$）煅烧过程，或者直接来自包含了无机化合物的矿石。

## 2. 额外性

项目活动的额外性必须使用由 CDM 执行委员会认可且在 UNFCCC 网站[4]可得的最新版“额外性论证与评价工具”来论证与评估。

## 3. 项目边界

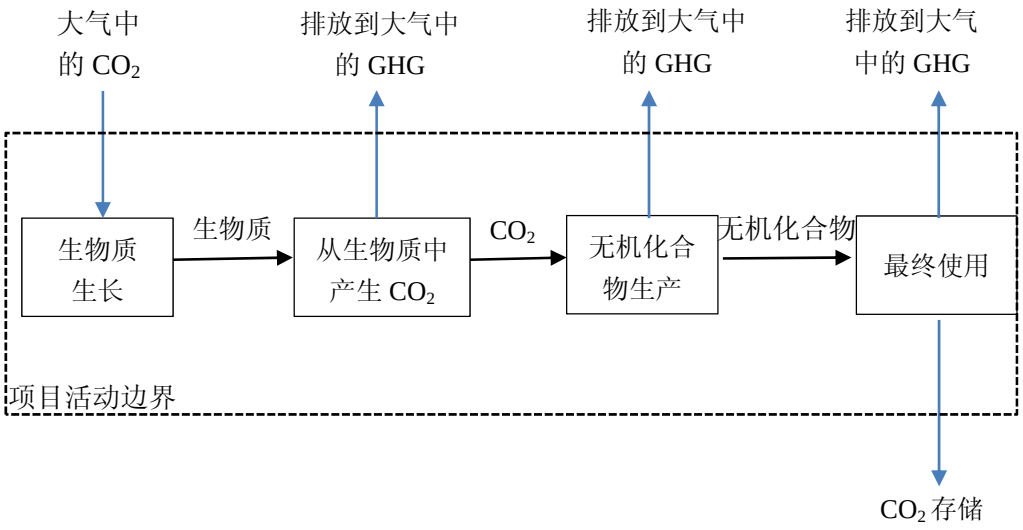
为了确定基准线的温室气体排放，项目参与方须将以下排放源包括在内：

- 现场无机化合物生产所产生的温室气体排放（如果有的话）；和
- 无机化合物最终使用所产生的温室气体排放（如果有的话）。

为了确定项目活动的温室气体排放，项目参与方须将以下排放源包括在内：

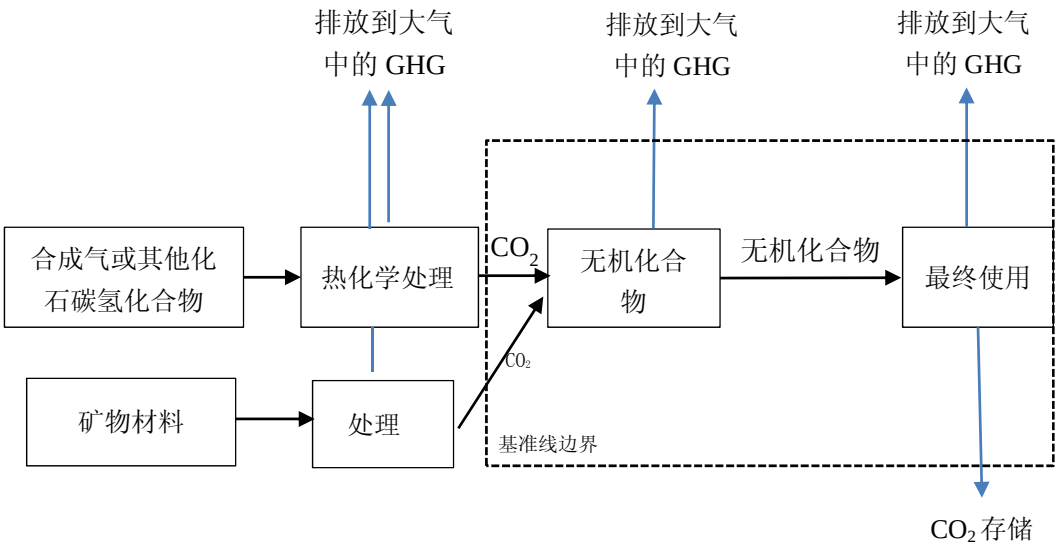
- 大气中封存的 $CO_2$（如果有的话）；
- 产生剩余 $CO_2$ 的生物质现场加工过程所产生的温室气体排放（如果有的话）；和
- 无机化合物现场生产所产生的温室气体排放（如果有的话）；和
- 无机化合物最终使用所产生的温室气体排放（如果有的话）。

图表 1 项目边界概述，图表 2 基准线边界。




**图表 1：项目活动边界**

[4] 请参考：http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/approved.html




**图表 2：基准线边界**

表格 2 中详细阐明了项目边界内所包括和不包括的排放源，以确定基准线排放和项目排放。

**表格 2：项目边界内包括或不包括的排放源概述**

| | **来源** | **气体** | | **说明** |
|---|---|---|---|---|
| **基准线** | 燃料或矿石碳氢化合物处理过程 | $CO_2$ | 不包括 | 为了简化而不包括，且这样是保守的。 |
| | | $CH_4$ | 不包括 | |
| | | $N_2O$ | 不包括 | |
| | 无机化合物生产 | $CO_2$ | 包括（但可抵消） | 由于适用性的规则，无机化合物的生产过程不会因为项目活动而发生改变，且潜在的基准线和项目排放是相同的。 |
| | | $CH_4$ | 不包括 | 为简化而不包括 |
| | | $N_2O$ | 不包括 | 为简化而不包括 |
| | 最终使用 | $CO_2$ | 包括 | $CO_2$ 或排放到大气中或被存储 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | $CH_4$ | 不包括 | 为简化而不包括 |
| | | $N_2O$ | 不包括 | 为简化而不包括 |
| **项目活动** | 生物质生长摄取 $CO_2$ | $CO_2$ | 包括（但包括在其他方面） | 生物质生长摄取的 $CO_2$ 对气候不产生影响 |
| | 生物质处理，剩余 $CO_2$ 生产 | $CO_2$ | 包括（但可抵消） | 可能是非常重要的排放源。但是，由于适用性的规则，生物质的处理不会因为项目活动而发生改变，且潜在的基准线和项目排放是相同的。 |
| | | $CH_4$ | 不包括 | 为简化而不包括 |
| | | $N_2O$ | 不包括 | 为简化而不包括 |
| | 无机化合物生产 | $CO_2$ | 包括（但可抵消） | 由于适用性的规则，无机化合物的生产不会因为项目活动而改变，且潜在的基准线和项目排放是相同的。 |
| | | $CH_4$ | 不包括 | 为简化而不包括 |
| | | $N_2O$ | 不包括 | 为简化而不包括 |
| | 最终使用 | $CO_2$ | 包括 | $CO_2$ 或排放到大气中或被存储 |
| | | $CH_4$ | 不包括 | 为简化而不包括 |

**最终使用和减排量**

项目活动可减少向大气中的 $CO_2$ 排放量，或通过在无机化合物生产过程中将作为原料的来自化石或矿物的 $CO_2$ 替换为来自生物质处理过程的 $CO_2$ 而引起碳封存。

在最终使用中，无机化合物可以(i)热熔或(ii)离解：

(i) 假设无机化合物分子在最终使用中热熔。因此，如果项目活动使用可再生来源的 $CO_2$ 替代化石或矿物来源的非可再生 $CO_2$，可避免可再生来源 $CO_2$ 在化合物的最终使用中的排放。

(ii) 另一方面，如果无机化合物分子在最终使用时没有离解，项目活动则

导致了碳捕捉，因为在无机化学物的生产过程中，$CO_2$ 不断在大气中被捕捉。因此，项目活动导致了 $CO_2$ 在大气中的永久消除（或称为“消极性”排放）。

然而，必须注意的是，“可再生来源 $CO_2$ 活动”的主要目标不是用来从大气中捕捉 $CO_2$。捕捉的目的是用来论证即便在部分化学物在最终使用阶段没有离解，项目活动仍会产生减排量。

可再生来源的 $CO_2$ 可从生物质处理过程中获得，如甘蔗汁发酵产生乙醇之前会向大气中释放废弃的 $CO_2$。

表格 2 显示出了最终使用时离解或非离解两种情况。

**表格 2-“可再生来源 $CO_2$ 活动的排放结余”**

| | | **化合物在最终使用时是否释放 $CO_2$？** | **项目活动情景下的排放情况** | **基准线情境下的排放情况** | **基准线排放和项目排放之间的排放结余** |
|---|---|---|---|---|---|
| 项目情景下使用来自可再生来源的 $CO_2$，基准线情景使用来自非可再生来源的 $CO_2$ | **情况 1 离解** | 在最终使用时无机化合物分子发生离解，且向大气中排放 $CO_2$ | 排放 $CO_2$ 且是可再生的（净排放量为 0） | 排放来自化石或矿石的 $CO_2$（净排放量为正值） | 由于避免来自非可再生来源 $CO_2$ 的排放，从而产生减排量 |
| | **情况 2 非离解** | 最终使用时无机化合物分子没有离解，不向大气中排放 $CO_2$ | 大气中的 $CO_2$ 被化学分子捕捉（净排放量为负值） | 来自化石或矿石的 $CO_2$ 将被化学分子捕捉（净排放量为 0） | 由于大气中的 $CO_2$ 被化学分子捕捉，从而产生减排量 |

请注意，从一种情况转化为另一种情况并不会影响项目的净减排量，因为在基准线和项目活动情况下产品的最终使用是假设相同的。这就意味着，项目情景中最终使用时释放的 $CO_2$ 也将发生在基准线情景下，反之亦然。减排量将是相同的，并且与最终使用情况无关。

### 4. 基准线排放（非可再生来源 $CO_2$）

如果确定了基准线情景 C.5（见“识别基准线情景”部分），即来自化石或矿物 $CO_2$ 来源的无机化合物生产，那么由无机化合物最终使用产生的基准线排放可按

如下计算。

当无机化合物最终使用时向大气排放 $CO_2$，无机化合物最终使用导致的排放量为使用的每摩尔无机化合物产生的 N 摩尔 $CO_2$。因此，以下的“$CO_2$ 活动”的排放因子导致[单位：$tCO_2/t$ 无机化合物]：

$$EF_{CA} = 44(N / M)$$

其中：

- 44 为 $CO_2$ 的分子质量[g/mol]。
- $N$ 为无机化合物的含碳量，即化合物的每个分子在最终使用中可热熔的无机化合物分子的碳原子数量。$N$ 为固定参数，其取决于参与的无机化合物，[无量纲]。
- $M$ 为无机化合物的分子质量，为固定参数，取决于参与的无机化合物。直接由化合物成分中所含原子的质量加和计算得出，单位 g。

这是建立在生产出的无机化合物中所含的碳均来自生产过程中所提供的 $CO_2$ 这一假设的基础上（适用性准则）。

基准线排放（$B$）的计算包括三部分，温室气体排放（$BE$），最终消耗中被捕捉的部分（$BS$），和由项目活动导致的可能的排放，如无机化合物生产所产生的排放（$BI$）。计算方法如下：

$$B = BE - BS + BI \qquad (1)$$

非可再生来源 $CO_2$ 的排放为

$$BE = EF_{CA}\ m_1(1-k_b) \qquad (2)$$

因此，

$$BE = 44(N/M)\ m_1(1-k_b) \qquad (3)$$

基准线情景中的捕捉量为

$$BS = EF_{CA}\ m_2\ k_b \qquad (4)$$

因此，

$$BS = 44(N/M)\ m_2\ k_b \qquad (5)$$

各参数和变量的定义在之后的项目排放部分的结尾处提供。

## 5. 项目排放（可再生来源 CO2）

项目排放（$P$）的计算也包括三部分，温室气体排放（$PE$），最终消耗中被捕捉的部分（$PS$），和由项目活动导致的可能的排放，如无机化合物生产所产生的排放（$PI$）。计算方法如下：

$$P = PE - PS + PI \quad (6)$$

非可再生来源 $CO_2$ 排放为

$$PE = EF_{CA}\ m_1(1-k_p) \quad (7)$$

因此，

$$PE = 44(N/M)\ m_1(1-k_p) \quad (8)$$

项目活动情景中捕捉量为

$$PS = EF_{CA}\ m_2\ k_p \quad (9)$$

因此，

$$PS = 44(N/M)\ m_2\ k_p \quad (10)$$

其中：

- $m_1$ 为最终使用时会释放 $CO_2$ 的无机化合物的量，[t]。
- $m_2$ 为最终使用时不会释放 $CO_2$ 的无机化合物的量，[t]。
- $m = m_1 + m_2$ 为生产的无机化合物总量，[t]。
- $k_b$ 和 $k_p$ 为基准线和项目情境下为可再生来源 $CO_2$ 设定的无量纲校正因子，计算如下：

$k_b = m_{br}/(m_{br} + m_{bnr})$ 和 $k_p = m_{pr}/(m_{pr} + m_{pnr})$，

其中：

- $m_{br}$ 为基准线情景下使用的可再生来源 $CO_2$ 总量。
- $m_{bnr}$ 为基准线情景下使用的非可再生来源 $CO_2$ 总量。
- $m_{pr}$ 为项目情景下使用的可再生来源 $CO_2$ 总量。
- $m_{pnr}$ 为项目情景下使用的非可再生来源 $CO_2$ 总量。

**6. 减排量**

适用性条件（见上）要求生物质处理（产生废弃的可再生来源 $CO_2$）及生产过程（针对无机化合物）都不能因为项目活动而产生实质性的改变。于是，假定生产过程中产生的温室气体将在基准线（ $BI$ ）和项目活动（ $PI$ ）中保持一致，即：

$$BI = PI \qquad (11)$$

总监排量包括了温室气体的直接排放和捕捉量，可写做：

$$ER = B - P = (BE - PE) + (PS - BS) + (BI - PI) \qquad (12)$$

$$ER = (BE - PE) + (PS - BS) \qquad (13)$$

$$ER = 44(N / M)(m_1 + m_2)(k_p - k_b) \qquad (14)$$

$$ER = 44(N / M)m(k_p - k_b) \qquad (15)$$

**7. 泄漏**

项目活动泄漏的主要潜在来源在于由于项目活动而导致的其他用户引起的排放量的增加。

如果符合方法学适用情况，则泄漏为 0：

- 生物质处理过程中确实产生了剩余的 $CO_2$，但是在项目活动之前并不使用，因此项目没有导致其他应用的 $CO_2$ 转移。

在项目的审定阶段，项目参与方必须为这种情况提供充足的证明。

## 三. 监测方法学

作为监测部分而收集的数据需要电子存档且在计入期后保存至少 2 年。如果数据没有与下表的注释表明不同，则均需监测。

**1. 项目排放参数**

下表阐明了为监测项目活动排放而需收集或使用的数据。

| 编号 | 数据变量 | 数据源 | 数据单位 | 测量/计算/估算所得 | 记录频率 | 数据监测比重 | 数据存档（电子/纸质） | 注释 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. $N$ | 无机化合物的碳含量，即化合物在最终使用中可以热熔的无机化合物分子中碳原子的数量 | 技术文献，如化学工程师手册 | 无量纲 | 计算所得 | 一次，在审定阶段 | 100% | 电子和纸质 | 固定参数，需通过生产出的每个化合物在最终使用中的化学分离方程式来论证。 |
| 2. $M$ | 无机化合物的分子质量 | 技术文献，如化学工程师手册 | g/mol | 计算所得 | 一次，在审定阶段 | 100% | 电子和纸质 | 固定参数，由构成化合物的原子质量加和所得。 |
| 3. $m$ | 产生的化学物总量 | 公司账簿，销售文件 | t | 测量所得 | 每月 | 100% | 电子和纸质 | 该变量在现场直接监测。为生产总量。例如，包括销售量的销售发票可用于监测。 |
| 4. $m_{pnr}$ | 过程中使用的非可再生来源 $CO_2$ 总量 | 使用现场设备就地测量 | t | 测量所得 | 每月 | 100% | 电子和纸质 | 项目最终使用的非可再生来源 $CO_2$ 量需在项目现场直接监测。监测方式取决于每个特定的项目。例如，如 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | 果 $CO_2$ 由外部提供者处购买，那么，此变量可以通过 $CO_2$ 的购买量监测。收购发票可用于此目的。 |
| 5. $m_{pr}$ | 过程中使用的可再生来源 $CO_2$ 总量 | 使用现场设备就地测量 | t | 计算所得 | 每月 | 100% | 电子和纸质 | 此变量由 m 和 $m_{pnr}$ 计算得到。计算取决于生产的化学物和代表生产量的化学计算方程式。使用化学方程式和监测到的变量 m 和 $m_{pnr}$，计算可作为常规的化学计算方程式来执行。 |
| 6. $m_{bnr}$ | 项目活动之前，过程中使用的非可再生来源 $CO_2$ 总量 | 项目现场记录 | t | 测量所得 | 每月，项目活动开始前至少 3 年 | 100% | 电子和纸质 | 在项目开始之前，基准线情境下最终使用的非可再生来源 $CO_2$ 总量需在现场直接监测。监测方式取决于每个特定项目。如果项目开始前没有可再生来源 $CO_2$ 使用，$m_{bnr}$ 不必监测。 |
| 7. $m_{br}$ | 项目活动开始前，过程中使 | 项目现场记 | t | 计算所得 | 每月，项目活动开始前至少 | 100% | 电子和纸质 | 本变量由 m 和 $m_{bnr}$ 计算所得。计算取决于生产的化学 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 用的可再生来源 $CO_2$ 总量 | 录 | | | 3 年 | | | 物和代表产量的化学计算方程式。通过这个化学计算方程式和监测到的变量 m 和 $m_{bnr}$，计算可作为常规的化学计算方程式来执行。如果在项目活动开始前没有使用 $CO_2$，则 $m_{br}$ 为 0。 |
| 8. Product | 生产的无机化合物种类 | 工厂操作员 | 对化学物的描述 | 测量所得 | 项目开始之后的每年 | 100% | 电子和纸质 | 生产的无机化合物的种类需被监测，以保证产品没有改变并且本方法学保持适用。 |

**2. 泄漏**

项目活动泄漏的主要潜在来源在于由项目活动导致的其他用户排放的 $CO_2$ 向项目转移所增加的排放。该情况要在项目审定阶段被核查。

**3. 质量控制（QC）和质量保证（QA）**

所有的测量需由已校验的测量设备完成，这些设备要定期维护和检查其功能。下表阐述了监测参数的 QA/QC 过程。

| 数值 | 数值的不确定性<br>（高/中/低） | 此数据是否进行 QA/QC 过程 | 计划的 QA/QC 过程的简要说明 |
|---|---|---|---|
| 1., 2. | 低 | 是 | 检查与文献保持一致。 |
| 3. | 低 | 是 | 在项目现场进行的任何由质量或体积测量仪器直接测量的数据需由基于购买量和库存变化基础的年能量结余来交叉检查。 |
| 8. | 低 | 是 | 生产者十分熟悉无机化合物的种类。 |

项目参与方需每月提供生产过程的化学当量平衡或测定量的数据库。现场设备需定期检查、校验和维护。监测量需与产品的合法购买收据进行交叉检查。