

# 水泥企业温室气体排放核算方法

## GHG Emission Accounting Methodology on Cement Enterprises

北京中创碳投科技有限公司

# I 水泥行业特定问题

## Specific issues for cement sector

## 工艺流程 Production Process

矿山开采及辅助设施

Mining & Auxiliary Facilities

生料制备

Raw Material Preparation

熟料煅烧 Clinker Calcination

水泥制备 Cement Preparation

辅助生产和管理

Auxiliary Production & Management

余热发电

Waste heat power generation

协调处置废弃物

Wastes processing

## 指南要求 Requirements

核算边界 Accounting Boundary

- 确定所有排放源在边界内

核算方法 Accounting Methodology

- 确定边界内的排放量

质量保证和文件存档 QA/QC

- 确定报告内容的可靠性

报告内容和格式 AER template

- 排放报告的基本内容

## 国家核算指南中的一些疑问 Some Questions in the MRG

- 国家核算指南中要求计算旁路放风粉尘碳酸盐分解产生的CO<sub>2</sub>排放，国内大部分企业没有相关测量数据，部分试点如广东明确提出不予统计；
- Most Enterprises don't have CO<sub>2</sub> emission data of by-pass dust carbonates decomposition , Guangdong ignore it;
- 关于替代燃料或废弃物中非生物质碳的燃烧排放，指南附录中给出部分替代燃料或废弃物的缺省值，水泥企业协同处理的废弃物类型非常多，因此该表中废弃物类型并不全面，如缺少生活垃圾、污泥等废弃物的缺省值。
- There is no comprehensive default value of alternative fuel or wastes in the guideline appendix, e.g. lack of household garbage, sludge

# II 报告主体、核算边界 与排放源识别

Reporting entity, Accounting Boundary & Emission  
Source Identification

# 报告主体与核算边界

## Reporting entity & accounting boundary

**报告主体：**具有温室气体排放行为并应定期核算和报告的法人企业或视同法人的独立单位。

Reporting entity : legal person or independent entity regard as legal person

**核算边界：**以企业法人为边界，核算边界内所有生产设施产生的温室气体排放。

**Accounting Boundary:** all the emission relates to the production activities within legal person

# 报告主体与核算边界

## Reporting entity & accounting boundary

	欧盟 EU ETS	国家核算指南 National MRG
报告主体 Reporting entity	设施 Installation	最低一级法人 Lowest level of legal person
排放源 Emission sources	直接排放 Direct emission	直接排放与间接排放 Direct and indirect emission,
极小排放源流 Source streams	对极小源流的计算可用保守估算替代层级方法 Operator may use conservative estimation instead of tiers for de-minimis stream	

# 排放源识别

## Emission Resources Identification

Power, water supply, detecting, transportation etc.  
动力、供电、供水、检验、机修、库房、运输等

**生产设施范围：**包括直接生产系统、辅助生产系统、以及直接为生产服务的附属生产系统。

Production Facility : **direct production system** 、 **auxiliary production system** and **subsidiary production system**

生产指挥系统（厂部）和厂区内为生产服务的部门和单位（如职工食堂、车间浴室、保健站等）  
Production command system & service sectors  
(such as canteen and bathroom for the clerks)

存在其他产品生产活动且存在温室气体排放的，则应参照相关行业企业的温室气体排放核算和报告指南核算并报告。

Other GHGs emission should be reported based on the related accounting and reporting guideline



## 燃料燃烧排放 Fuel Combustion Emission

- 化石燃料燃烧 (**fossil fuel combustion**): 水泥窑中使用的实物煤(coal)、热处理和运输等设备使用的燃油(oil)
- 替代燃料和协同处置的废弃物中所含的**非生物质碳的燃烧** (Non-biomass Carbon Combustion of Alternative Fuel or Waste) (废轮胎、废油、废塑料、污泥) (waste tyre, oil, plastics, sludge)

# 排放源分类 Emission sources

## 工业生产过程排放

### Industrial Processes Emission

- 原料碳酸盐分解产生的排放（熟料对应碳酸盐、窑炉排气筒（窑头）粉尘对应的排放和旁路放风粉尘对应的排放）(emission from clinker production as well as in the kiln dust)
- 生料中非燃料碳煅烧产生的排放 (**emissions from the calcination of carbon which is not fuel in the raw material**，如钢渣、煤矸石、高碳粉煤灰等，含有可燃的非燃料碳煅烧的排放(steel slag, coal ash, etc.)

## 净购入的电力、热力消费的排放

### Net purchased Electricity and Heat Emission

- 企业电力和热力消费所隐含的排放  
Indirect emission of electricity and heat consumption

# 地方试点的比较

## Comparison between pilots

关于移动源： For vehicles emission

北京、广东不考虑移动源消耗的汽油、柴油等产生的排放，上海则包含在内；

Mobile emissions are not included in Beijing & Guangdong ,but Shanghai including

关于外购热力： For purchased heat emission

北京不考虑外购热力产生的排放，上海则考虑在内。

Purchased heat emission are not included in Beijing, but Shanghai includes

# 中国与欧盟的比较

## Comparison Between China & EU

### 中国与欧盟的比较

- 相同点： Similarity:

排放源、排放类型

Emission Sources、  
emission types

- 不同点： Differences:

中国以企业法人为核算边界，  
欧盟以设施为核算边界

China: corporate enterprises

EU: facilities

# 中国与欧盟的比较

## Comparison Between China & EU

### 如何定义核算边界

#### Accounting Boundary Definition

中国企业温室气体排放的核算，在核算边界内与能源统计体系保持一致，考虑地域属性。

GHGs emission accounting of Chinese enterprises should be in accordance with energy accounting system and take into consideration of regional factors

# III 监测计划

## Monitoring Plan

## 国家核算指南中没有对监测计划中的细节问题没有明确的要求

No detail requirements of Monitoring Plan in the National Accounting Guideline

### 质量保证和文件存档

#### QA/QC & Documentation

- 建立健全的企业温室气体排放参数的监测计划。具备条件的企业，对企业温室气体排放量影响较大的参数，如化石燃料和替代燃料的低位发热量，应定期监测，原则上每批燃料进企业，都应监测低位发热量。
- To establish the monitoring plan of enterprises GHGs emission parameters

## 《碳排放权交易管理暂行办法》

### Interim Measures for Carbon Emissions Trading Management

- 重点排放单位应制定排放监测计划并报所在省、自治区、直辖市的省级碳交易主管部门备案；
- Covered entity should make MP and report to the authority department in related provinces
- 重点排放单位应严格按照经备案的监测计划实施监测活动。监测计划发生重大变更的，应及时向所在省、自治区、直辖市的省级碳交易主管部门提交变更申请。
- Covered entity should strictly follow the MP



# 北京和上海监测计划

## MP in Beijing and Shanghai

### ◆ 强制监测计划的优缺点

#### Pros and cons of mandatory monitoring plan

- 优点 Pros
  - 便于**企业**执行监测  
Facilitate entity's monitoring
  - 便于**核查机构**核查  
enhance verifiers' efficiency
- 缺点 Cons
  - 高行政成本  
High administrative cost
  - 增加企业负担  
Increase entity's burden

### ◆ 自愿监测计划的优缺点

#### Pros and cons of voluntary monitoring plan

- 优点 Pros
  - 监测计划制定有弹性  
Flexible to draft
  - 低行政成本  
Low administrative cost
- 缺点 Cons
  - 低执行率  
Limited execution
  - 不利于核算的合规性  
Hinder normative accounting of GHG

北京、广东要求第三方机构核查企业的监测计划，上海则不要求。

Beijing & Guangdong require third party to verify the MP, but Shanghai does not

# 北京和上海监测计划

## MP in Beijing and Shanghai

国家对于监测计划的要求暂未出台，根据北京和上海的监测计划，其内容至少要包含以下信息：

According to Beijing and Shanghai Plan:

1.排放主体的基本信息；

Basic information of Reporting entity

2.排放主体的边界；

Accounting boundary

3.核算方法的选择和相关说明；

Methodology & Explanation

4.活动水平获取方法及说明。

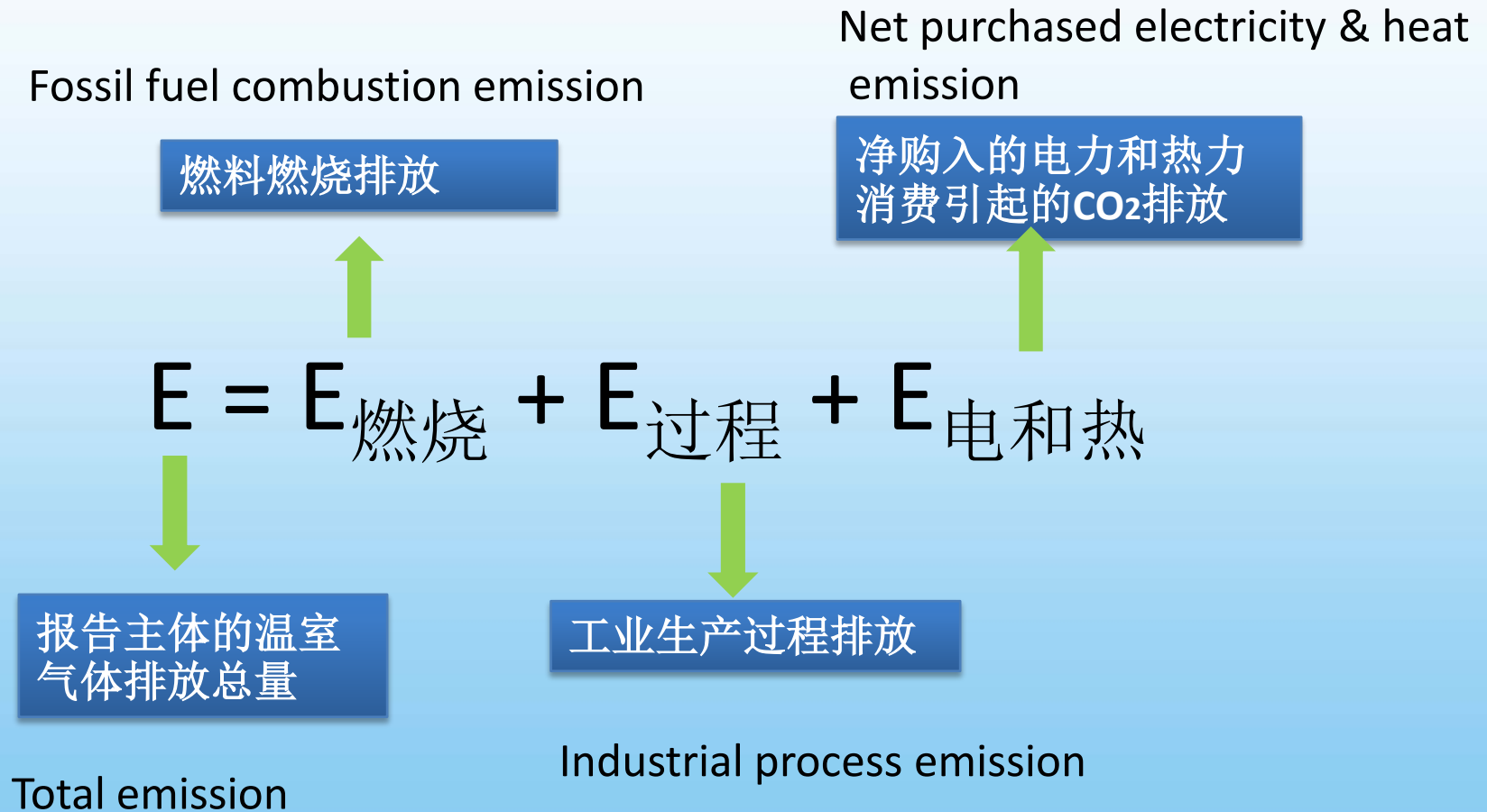
Activity data and collecting

# IV 监测方法学

## Monitoring methodology

# 核算方法——总体计算公式

## Accounting Methodology-General Accounting Formula



$$E_{\text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i)$$

### ➤ 活动水平数据获取

Activity data collecting

$$AD_i = NCV_i \times FC_i$$

- $NCV_i$ 是核算和报告年度内第*i*种燃料的平均低位发热量，采用指南推荐值 Net Calorific Value, NCV, default value
- $FC_i$ 是核算和报告年度内第*i*种燃料的净消耗量，采用企业计量数据 Fuel consumption, statistics data

### ➤ 排放因子数据获取

Emission factor collecting

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12}$$

- $CC_i$ 为第*i*种燃料的单位热值含碳量，采用指南推荐值  
Carbon content, CC, default value
- $OF_i$ 为第*i*种化石燃料的碳氧化率，采用指南推荐值  
Oxygenation of Fossil fuel, default value

$$E_{\text{燃烧2}} = \sum_i Q_i \times HV_i \times EF_i \times \alpha_i$$

- $Q_i$ : 各种替代燃料或废弃物的用量，单位为t，采用企业生产记录数据，或者替代燃料或废弃物运进企业时的计量数据 Consumption of alternative fuel or waste, statistics data from the enterprises
- $HV_i$ : 各种替代燃料或废弃物的加权平均低位发热量，单位为GJ/t，采用指南推荐值 Net NCV of alternative fuel or waste, default
- $EF_i$ : 各种替代燃料或废弃物燃烧的CO<sub>2</sub>排放因子，单位为tCO<sub>2</sub>/GJ，采用指南推荐值 Emission factor of alternative fuel or waste, default
- $\alpha_j$ : 各种替代燃料或废弃物中非生物质碳的含量，采用指南推荐值
- Non-biomass carbon content of alternative fuel or waste, default

$$E_{\text{工艺1}} = \left( \sum_i Q_i + Q_{ckd} + Q_{bpd} \right) \times \left[ (FR_1 - FR_{10}) \times \frac{44}{56} + (FR_2 - FR_{20}) \times \frac{44}{40} \right]$$

### ➤ 活动水平数据获取 Activity data collecting

- $Q_i$ : 生产的水泥熟料产量，企业的生产记录/计量数据
- $Q_{ckd}$ : 窑炉排气筒（窑头）粉尘的重量，企业的生产记录/计量数据
- $Q_{bpd}$ : 窑炉旁路放风粉尘的重量，企业的生产记录/计量数据

### ➤ 排放因子数据获取 Emission factor collecting

- FR1: 熟料中氧化钙（CaO）的含量，企业计量数据
- FR10: 熟料中不是来源于碳酸盐分解的氧化钙（CaO）的含量，企业计量数据
- FR2: 熟料中氧化镁（MgO）的含量，企业计量数据
- FR20: 熟料中不是来源于碳酸盐分解的氧化镁（MgO）的含量，企业计量数据

$$E_{\text{工艺2}} = Q \times FR_0 \times \frac{44}{12}$$

➤ 活动水平数据获取 Activity data collecting

- Q: 生料量, 企业的生产记录/计量数据

➤ 排放因子数据获取 Emission factor collecting

- FR<sub>0</sub>: 生料中非燃料碳含量, 单位为%; 如缺少测量数据, 可取0.1%~0.3% (干基), 生料采用煤矸石、高碳粉煤灰等配料时取高值, 否则取低值



# 净购入的电力、热力消费的排放

## Net purchased Power and Heat Emission

$$E_{\text{电和热}} = AD_{\text{电力}} \times EF_{\text{电力}} + AD_{\text{热力}} \times EF_{\text{热力}}$$

### ➤ 活动水平数据获取 Activity data collecting

净购入的电量AD电力（热量AD热力）= 购入量-外销量

— 依据：电力（或热力）供应商、报告主体存档的购售结算凭证以及企业能源平衡表

### ➤ 排放因子数据获取 Emission factor collecting

- 国家主管部门最近年份公布的相应区域电网排放因子
- 热力消费的排放因子暂按0.11 tCO<sub>2</sub>/GJ计，未来更新

## 数据质量与不确定性

### Data quality and uncertainty

- **基于计算的方法：**排放主体应对活动水平数据和相关参数进行监测，监测应遵循相关的方法，如《GB/T 213煤的发热量测定方法》、《GB/T 384石油产品热值测定法》、《GB/T 22723天然气能量的测定》等。
- **Accounting Methodology:** emission entity should monitor activity data and relevant parameters according to relevant standards
- **不确定性：**以北京为例，主要考虑了化石燃料测量设备的不确定性，并给出了相关参数的不确定性缺省值。
- **Uncertainty:** Beijing considers the uncertainty of meters and has listed default values of fossil fuel.

### 窑头粉尘和旁路放风粉尘碳酸盐分解产生的CO<sub>2</sub>排放

Dust carbonates decomposition in kiln and bypass emission

上海

Shanghai

(1) 窑头排放粉尘、旁路放风粉尘中碳酸盐分解产生的排放以及生料中有机碳产生的排放，作为选报内容，不计入排放主体的排放总量。 Voluntary reporting and will not be included in the total emission

计算方法与上述相同。 Using the same accounting methodologies

广东

Guangdong

(1) 水泥窑炉窑尾排气筒排放烟气中的粉尘性质与生料相似，基本不产生二氧化碳排放，故不考虑其二氧化碳排放。

(2) 窑头排气筒烟气中粉尘产生的二氧化碳排放量很小，且数据无法测量，故此部分二氧化碳排放量不予统计。

Not considerate the emission

北京

Beijing

(1) 未考虑窑头粉尘和旁路放风粉尘的排放。

The emissions are not included

### 生料碳酸盐分解产生的CO<sub>2</sub>排放

Carbonates decomposition emission of raw material

(1) 若未采用替代原料

**广东**

Guangdong

$$E1 = P_{cl} \times \left( C_c \times \frac{44}{56} + C_m \times \frac{44}{40} \right)$$

**上海**

Shanghai

$P_{cl}$ : 水泥熟料产量

$C_c$ : 水泥熟料中CaO含量

$C_m$ : 水泥熟料中MgO含量

(2) 若采用替代原料（包括电石渣、钢渣等）

$$E2 = P_{cl} \times \frac{C_d}{(1 - L) \times F_c}$$

$C_d$ : 水泥生料中CO<sub>2</sub>的含量，%；

$L$ : 生料烧失量，%；

$F_c$ : 熟料中燃煤灰分掺入量换算因子，取值为1.04。

### 生料碳酸盐分解产生的CO<sub>2</sub>排放

Carbonates decomposition emission of raw material

**湖北**  
Hubei

(1) 基于生料方法

$$E_{CO_2} = Q_1 \times (0.44 \times C1 + 0.522 \times C2)$$

C1: 生料中CaCO<sub>3</sub>质量百分比;

C2: 生料中MgCO<sub>3</sub>质量百分比

**北京** Beijing

(1) 若未采用替代原料

$$E_{cl} = P_{cl} \times (C_c \times 0.785 + C_m \times 1.092) \times \alpha$$

$\alpha$ : 窑灰修正系数, 1.01

(2) 若采用替代原料 (包括电石渣、钢渣等)

$$E_{cl} = P_{cl} \times (R_c \times 0.785 + R_m \times 1.092) \times r_L \times \frac{1}{(1 - L_c)}$$

Rc: 生料石灰石中CaO质量分数;

C2: 生料石灰石中MgO质量分数

# V 抽样与样本分析

## Sampling and sample analyses

## 国家核算指南：National MRG

- 化石燃料检测相关标准：Fossil fuel parameters detecting standards 《GB/T 213煤的发热量测定方法》、《GB/T 384石油产品热值测定法》、《GB/T 22723天然气能量的测定》等。

## 试点核算指南：Pilots MRG

- 北京采用与国家指南相同的检测标准；
- Beijing uses the same standards with the national MRG
- 广东主要参数采用与国家指南相同的检测标准，部分参数如燃油低位热值、碳含量采用地标。
- Some parameters such as oil use regional standard in Guangdong

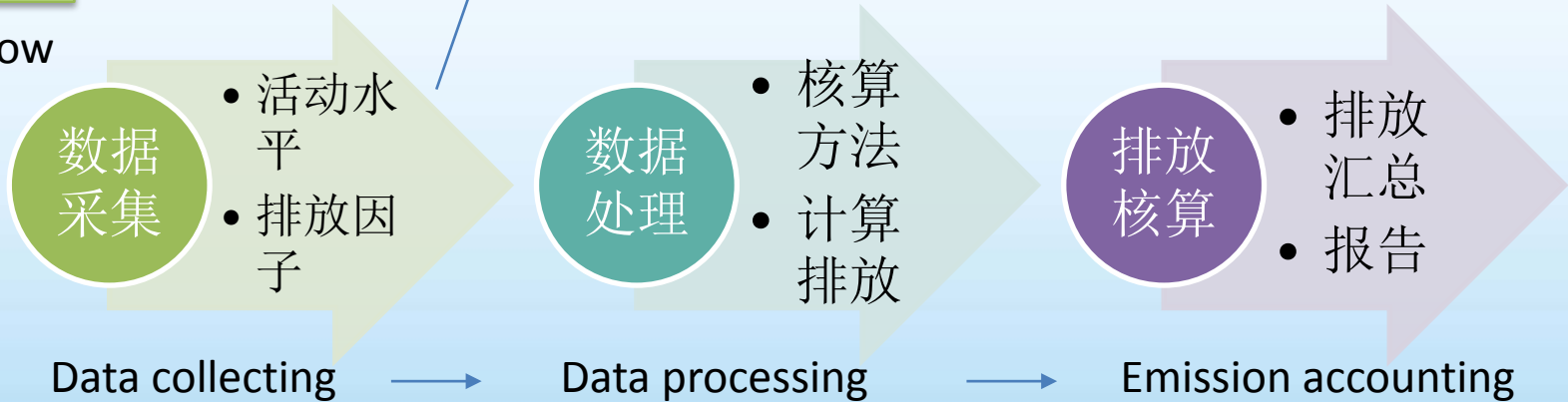
# VI QA/QC



企业台账或基于能源平衡计算

数据流:

Data flow



质量保证:

QA/ QC

- 建立企业温室气体排放核算和报告的规章制度;
- GHG emission accounting and reporting regulation
- 建立企业温室气体排放源一览表;
- GHG emission source list
- 建立健全的温室气体排放和能源消耗的台账记录;
- GHG emission and energy consumption records
- 建立健全的企业温室气体排放参数的监测计划; Relevant monitoring plan
- 建立企业温室气体排放报告内部审核制度。 Internal GHG emission reporting audit system

# 地方试点对比

## Comparison between pilots

### 上海Shanghai

1) 排放主体应对数据进行复查和验证;

Double check the data

2) 排放主体应定期对测量仪器进行校准、调整

Meters calibration and adjustment

### 广东Guangdong

1) 建立企业二氧化碳排放数据监测管理体系;

2) 建立企业二氧化碳排放核算和报告的规章制度

3) 建立企业二氧化碳排放单元、二氧化碳排放设备一览表,

4) 建立健全的二氧化碳排放和能源消耗的台账记录

5) 建立健全的企业二氧化碳排放参数的监测计划

6) 建立企业碳排放报告内部审核制度

7) 建立文档的管理规范  
Monitoring Plan etc.

### 北京Beijing

1) 排放主体应定期对测量仪器进行校准、调整

Meter calibration

2) 明确二氧化碳管理部门  
management department

3) 对数据的监测、收集和获取过程建立规章制度

Monitoring plan

4) 数据缺失的应对措施

Data missing

5) 建立文档的管理规范

Documents

# 欧盟的经验

## What we may learn from EU ETS

- **数据的内部审核和验证 Internal data review and verify**
  - 过去几年内获得、监测和报告的数据进行比较；
  - Compare monitored data from last several years
  - 对通过不同运行数据采集系统获取的数据和数值进行比较。
  - Compare data from different source
- **外包流程（如计量设备的委托检测等） Data outsourcing**
  - 检查外包数据流活动和控制活动的质量。
  - check the data from outsourcing and guarantee its quality
- **数据缺失的处理 Data missing**
  - 采用适当的估算方法确定相应时期和缺失参数的保守替代数据。
  - appropriate estimation method to replace the missing data and make sure it is conservative

# VII 监测计划模板

## Monitoring Plan template

The MP template is similar between Beijing and Shanghai

## 北京：Beijing

- ✓ 基本信息Entity information
- ✓ 排放边界Boundary
- ✓ 算法Accounting methodology  
能源活动水平数据、工业生产过程中的原料数据、产出活动水平数据
- ✓ 测量法Measuring methodology
- ✓ 监测体系MP system

## 上海：Shanghai

- ✓ 排放主体基本信息  
Entity information
- ✓ 基本排放情况说明  
Emission information  
排放边界、排放类型与核算方法  
(基于计算或测量)
- ✓ 活动水平数据及收集方式说明  
Activity data and collecting
- ✓ 燃烧排放参数获取  
Fossil fuel emission data collecting
- ✓ 过程排放参数获取
- ✓ 基于测量方法的说明  
Measuring methodology
- ✓ 不确定性说明 Uncertainty

# 北京监测计划模板

## Beijing MP template

表 JC-1 报告单位基本信息

企业名称	
------	--

所属行业
企业经营
法定代
通信地
单位分管
二氧化碳管理
负责
电子邮
联系
电子邮
通信地
企业主要的
或服

表 JC-3 排放设施/活动信息表

编号	排放设施/活动	排放源	源流 (燃料/原料)	活动简述	排放类别	核算方法
----	---------	-----	---------------	------	------	------

(一) 固定设施化石燃料燃烧的二氧化碳排放

表JC-3对应编号	
能源品种	
计算公式	
数据源	

(一) 能耗活动水平数据监测

表JC-3对应编号	
能源品种	
数据源	

表 燃烧排放参数

燃料	燃料低位热值		单位热值含碳量		碳氧化率	
	来源	备注	来源	备注	来源	备注
	<input type="checkbox"/> 检测值		<input type="checkbox"/> 检测值		<input type="checkbox"/> 检测值	

# VIII 排放报告模板

## AER template

### 附表1 报告主体20\_年温室气体排放量汇总表（单位：tCO<sub>2</sub>）

### Appendix 1 GHG emission summarizing in 20\_\_（unit: tCO<sub>2</sub>）

企业二氧化碳排放总量 <b>Total CO2 emission</b>	
化石燃料燃烧排放量 <b>Fossil fuel combustion emissions</b>	
替代燃料和废弃物中非生物质碳燃烧排放量 <b>Combustion-Non-biomass Carbon Combustion of Alternative Fuel or Waste</b>	
原料碳酸盐分解排放量 <b>Raw material carbonate decomposition emission</b>	
生料中非燃料碳煅烧排放量 <b>Non-fuel carbon in raw material combustion emission</b>	
净购入使用的电力对应的排放量 <b>Net purchased electricity emission</b>	
净购入使用的热力对应的排放量 <b>Net purchased heat emission</b>	





# 国家核算指南的报告模板 National MRG template

## 附表2 报告主体活动水平相关数据一览表

### Appendix 2 Activity data

		净消耗量 (t, 万Nm <sup>3</sup> )	低位发热量 (GJ/t, GJ/万Nm <sup>3</sup> )
燃料燃烧* Fuel combustion	无烟煤		
	烟煤		
	褐煤		
	洗精煤		
	其他洗煤		
	其他煤制品		
	焦炭		
	原油		
	燃料油		
	汽油		
	柴油		
	一般煤油		
	液化天然气		
	液化石油气		
	焦油		
	粗苯		
	焦炉煤气		
	高炉煤气		
	转炉煤气		
	其他煤气		
天然气			
炼厂干气			
替代燃料或废弃物			
工业生产过程 Industrial processing		数据	单位
	熟料产量		t
	窑头粉尘重量		t
	旁路放风粉尘重量		t
	生料的重量		t
生料中非燃料碳含量			%
净购入电力、 热力		数据	单位
	电力净购入量		MWh 41
	热力净购入量		GJ

Net purchased  
Electricity and heat

# 国家核算指南的报告模板 National MRG template



## 附表3 报告主体排放因子相关数据一览表

### Appendix 3 Emission factor

### Industrial processing Net purchased Electricity and heat

		单位热值含碳量 (tC/GJ)	碳氧化率 (%)
燃料燃烧* Fuel combustion	无烟煤		
	烟煤		
	褐煤		
	洗精煤		
	其他洗煤		
	其他煤制品		
	焦炭		
	原油		
	燃料油		
	汽油		
	柴油		
	一般煤油		
	液化天然气		
	液化石油气		
	焦油		
	粗苯		
	焦炉煤气		
	高炉煤气		
	转炉煤气		
	其他煤气		
	天然气		
炼厂干气			
		数据	单位
	替代燃料或废弃物燃烧的排放因子		tCO <sub>2</sub> /GJ
	替代燃料或废弃物中非生物质碳的含量		%
工业生产过程	熟料中CaO含量		%
	非碳酸盐CaO含量		%
	熟料中MgO的含量		%
	非碳酸盐MgO含量		%
净购入电力、热力	电力		tCO <sub>2</sub> /MWh
	热力		tCO <sub>2</sub> /GJ <sup>42</sup>

表 ZD-1 重点排放单位设备信息表

类型	设备名称	设备型号	设备物理位置	测量设备和型号	测量设备的精度	测量设备的序列号	规定的测量设备校准	实际的测量设备校准	测量设备更换情况
燃煤锅炉									
燃气锅炉									
其他化石燃料燃烧设备									

表 ZD-2 重点排放单位电表信息

电表型号	电表精度	电表序列号	规定的电表校准频次	实际的电表校准频次	电表更换情况

表 RL-2 20\_\_年直接排放不确定性计算

能源品种	活动水平不确定性	排放因子不确定性	排放量不确定性
一般烟煤			
天然气			
综合不确定性			

# 北京、上海试点对比

## Comparison between Beijing and Shanghai

### 相同点： Similarity

- 报告单位基本信息  
Basic information
- 二氧化碳排放情况  
CO2 Emission
- 生产信息  
Production information
- 不确定性  
Uncertainty
- 真实性声明  
Authenticity statement

### 不同点： Difference

- 北京要求报告设备信息、京内移动设施和京外化石燃料消费、电表信息、未来二氧化碳控制措施  
Beijing: Facility /meters information and CO2 control
- 上海要求报告排放边界和工艺流程介绍、监测计划的实施情况  
Shanghai: boundary / production process/monitoring plan

谢谢大家！  
Thank you!

李鹏 Li peng  
北京中创碳投科技有限公司  
 [lipeng@sino-carbon.cn](mailto:lipeng@sino-carbon.cn)

中创碳投碳讯

