中国水泥生产企业温室气体核算方法与报告指南

企业温室气体核算与报告指南第一次培训扩散研讨会

铁道大厦二层第6会议室，北京

2014年12月17-18日

讲义大纲

- 1. 本指南出台的背景和目的
- 2.本指南的适用范围（本指南针对的行业范围）
- 3. 核算方法与数据来源
  - (1) 核算边界的确定；
  - (2)排放源和气体种类的确定；
  - (3)选择每个排放源的核算方法、计算公式；
  - (4) 制定监测计划，收集活动水平数据和排放因子数据；
- 4. 数据质量保证和文件存档
- 5. 报告内容（报告模板、表单）
- 6. 试用中遇到的典型问题及解答

1. 本指南出台的背景和目的

- 政策背景
  - 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》“建立完善温室气体统计核算制度，逐步建立碳排放交易市场”
  - 国务院《“十二五”控制温室气排放工作方案》（国发[2011]41号）“构建国家、地方、企业三级温室气体排放核算工作体系，实行重点企业直接报送能源和温室气体排放数据制度”
  - 《关于组织开展重点企（事）业单位温室气体排放报告工作的通知》（发改气候[2014]63号）
- 目的和意义
  - 加强企业温室气体排放管理，促进企业减少温室气体排放；
  - 为企业温室气体报告制度服务，实现核算方法的规范化和标准化；
  - 为全国碳交易制度下的配额分配和企业履约作为参考依据。

2.本指南的适用范围

- 本指南适用于中国水泥生产企业温室气体排放量的核算和报告。
- 中国境内从事水泥生产的企业可按照本指南提供的方法，核算企业的温室气体排放量，并编制企业温室气体排放报告。

3. 核算方法与数据来源
（1）核算边界的确定

- 本指南的温室气体排放核算，是以水泥生产为主营业务的独立法人企业或视同法人单位为边界。
- 报告主体应以企业为边界，核算和报告边界内所有生产设施产生的温室气体排放。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，其中辅助生产系统包括动力、供电、供水、检验、机修、库房、运输等，附属生产系统包括生产指挥系统（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）。
- 如果水泥生产企业还生产其他产品，且生产活动存在温室气体排放，则应按照相关行业的企业温室气体排放核算和报告指南，一并核算和报告。如果没有相关的核算方法，就只核算这些产品生产活动中化石燃料燃烧引起的排放。

(2)排放源和气体种类的确定

- 化石燃料的燃烧
  - ■水泥窑使用的实物煤、热处理和运输等设备使用的燃油等产生的排放。
- 替代燃料和协同处置的废弃物中非生物质碳的燃烧
  - ■废轮胎、废油和废塑料等替代燃料、污水污泥等废弃物里所含有的非生物质碳的燃烧产生的排放。
- 原料碳酸盐分解
  - ■水泥生产过程中，原材料碳酸盐分解产生的二氧化碳排放，包括熟料对应的碳酸盐分解排放、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。
- 生料中非燃料碳煅烧
  - ■生料中采用的配料，如钢渣、煤矸石、高碳粉煤灰等，含有可燃的非燃料碳，这些碳在生料高温煅烧过程中都转化为二氧化碳。
- 净购入使用的电力和热力
  - ■水泥企业净购入使用的电力和热力（如蒸汽）对应的电力和热力生产活动的CO2排放。

(2)排放源和气体种类的确定（续）

- 其他产品生产的排放
  - ■如果水泥生产企业还生产其他产品，且生产活动存在温室气体排放，则这些产品的生产活动应纳入企业温室气体排放核算。

- 气体种类
  - ■由于水泥窑燃烧温度很高，水泥窑中甲烷（CH4）的排放量相当少。甲烷排放以二氧化碳当量法计算通常是水泥窑二氧化碳排放量的0.01%。同样，水泥窑中一氧化二氮（N2O）的排放量相当少，但是在现阶段考虑到普遍结论的范围，这些数据很有限。
  - ■《京都议定书》涵盖的其他温室气体（PFC，HFC，SF6）与水泥工业无关。因此，水泥企业可以不考虑量化其水泥窑中的非二氧化碳温室气体排放。

排放核算和报告的完整工作流程

- 识别排放源；
- 收集活动水平数据；
- 选择和获取排放因子数据；
- 分别计算燃料燃烧排放、工业生产过程排放、净购入使用的电力和热力对应的排放；
- 汇总企业温室气体排放量。

水泥生产企业的CO_2排放总量

- 水泥生产企业的CO_2排放总量
  - 水泥生产企业的CO_2排放总量等于企业边界内所有的燃料燃烧排放量、工业生产过程排放量及企业净购入电力和热力对应的CO_2排放量之和。

$$E_{CO_2} = E_{燃烧} + E_{过程} + E_{电和热}$$

$$= E_{燃烧1} + E_{燃烧2} + E_{过程1} + E_{过程2} + E_{电和热}$$

化石燃料燃烧排放

- 在水泥生产中，使用化石燃料，如实物煤、燃油等。化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放，按照公式（2）、（3）、（4）计算。

- $$E_{燃烧1} = \sum_{i=1}^{n} (AD_i \times EF_i) \qquad （2）$$

  - 化石燃料燃烧产生的排放，单位为吨（tCO_2）；
  - i种化石燃料的活动水平，单位为百万千焦（GJ）。
  - 第i种化石燃料的二氧化碳排放因子，单位：tCO_2/GJ；
  - 净消耗的化石燃料的类型。

化石燃料燃烧排放（续1）

- 核算和报告期内消耗的第i种化石燃料的活动水平 按公式（3）计算。

$$AD_i = NCV_i \times FC_i \qquad (3)$$

- ■核算和报告期内第i种化石燃料的平均低位发热量，对固体或液体燃料，单位为百万千焦/吨（GJ/t）；对气体燃料，单位为百万千焦/万立方米（GJ/万Nm^3）
- ■ 核算和报告期内第i种化石燃料的净消耗量，对固体或液体燃料，单位为吨（t）；对气体燃料，单位为万立方米（万Nm^3）。

化石燃料燃烧排放（续2）

- 化石燃料的二氧化碳排放因子按公式（4）计算。

- $$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \qquad (4)$$

  - 第i种化石燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳/百万千焦（tC/GJ）；
  - 第i种化石燃料的碳氧化率，单位为%。

活动水平数据获取

- 根据核算和报告期内各种化石燃料消耗的计量数据来确定各种化石燃料的净消耗量。
- 企业可选择采用本指南提供的化石燃料平均低位发热量数据。
- 具备条件的企业可开展实测， 或委托有资质的专业机构进行检测，也可采用与相关方结算凭证中提供的检测值。如选择实测，化石燃料低位发热量检测应遵循《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》等相关标准。

排放因子数据获取

- 企业可采用本指南提供的单位热值含碳量和碳氧化率数据。

替代燃料或废弃物中非生物质碳的燃烧排放

- 有的水泥企业在生产活动中，采用替代燃料或协同处理废弃物。这些替代燃料或废弃物中非生物质碳燃烧产生的CO_2排放量按公式（5）计算：

$$E_{燃烧2} = \sum_i Q_i \times HV_i \times EF_i \times \alpha_i \qquad （5）$$

■非生物质碳燃烧所产生的CO_2排放量，单位为吨（tCO_2）；
■各种替代燃料或废弃物的用量，单位为吨（t）；
■各种替代燃料或废弃物的加权平均低位发热量，单位为百万千焦/吨（GJ/t）；
■各种替代燃料或废弃物燃烧的CO_2排放因子，单位为吨CO_2/百万千焦（tCO_2/GJ）；
■α_j 各种替代燃料或废弃物中非生物质碳的含量，单位为%；
■j 表示替代燃料或废弃物的种类。

数据的获取

- 各种替代燃料或废弃物的用量，采用核算和报告期内企业的生产记录数据，或者替代燃料或废弃物运进企业时的计量数据。
- 各种替代燃料或废弃物的平均低位发热量、CO_2排放因子、非生物质碳的含量，可选择采用本指南提供的数据。

原料分解产生的排放

- 原料碳酸盐分解产生的CO_2排放量，包括三部分：熟料对应的CO_2排放量；窑炉排气筒（窑头）粉尘对应的CO_2排放量；旁路放风粉尘对应的CO_2排放量。原料碳酸盐分解产生的CO_2排放量，可按公式（6）计算：

$$E_{工艺1} = (\sum_i Q_i + Q_{ckd} + Q_{bpd}) \times [(FR_1 - FR_{10}) \times \frac{44}{56} + (FR_2 - FR_{20}) \times \frac{44}{40}] \quad （6）$$

  - ■核算和报告期内，原料碳酸盐分解产生的CO_2排放量，单位为吨（tCO_2）；
  - ■生产的水泥熟料产量，单位为吨（t）；
  - ■窑炉排气筒（窑头）粉尘的重量，单位为吨（t）；
  - ■窑炉旁路放风粉尘的重量，单位为吨（t）；
  - ■熟料中氧化钙（CaO）的含量，单位为%；
  - ■熟料中不是来源于碳酸盐分解的氧化钙（CaO）的含量，单位为%；
  - ■熟料中氧化镁（MgO）的含量，单位为%；
  - ■熟料中不是来源于碳酸盐分解的氧化镁（MgO）的含量，单位为%；
  - ■二氧化碳与氧化钙之间的分子量换算；
  - ■二氧化碳与氧化镁之间的分子量换算。

数据的获取

- 水泥企业生产的水泥熟料产量，采用核算和报告期内企业的生产记录数据。
- 窑炉排气筒（窑头）粉尘的重量、窑炉旁路放风粉尘的重量，可采用企业的生产记录，根据物料衡算的方法获取；也可以采用企业测量的数据。
- 熟料中氧化钙和氧化镁的含量、熟料中不是来源于碳酸盐分解的氧化钙和氧化镁的含量，采用企业测量的数据。

生料中非燃料碳煅烧的排放

- 水泥生产的生料中非燃料碳煅烧产生的二氧化碳排放量，可用公式（7）计算。

$$E_{工艺2} = Q \times FR_0 \times \frac{44}{12} \qquad (7)$$

■报告期内生料中非燃料碳煅烧产生的CO_2排放，单位为吨（tCO_2）；

■Q 生料的数量，单位为吨（t），可采用核算和报告期内企业的生产记录数据；

■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；

■二氧化碳与碳的数量换算。

净购入使用的电力和热力对应的排放

- 净购入使用的电力、热力（如蒸汽）所对应的生产活动的CO_2排放量按公式（8）计算。

$$E_{电和热} = AD_{电力} \times EF_{电力} + AD_{热力} \times EF_{热力} \quad (8)$$

- 净购入使用的电力、热力所对应的生产活动的CO_2排放量，单位为吨（tCO_2）；
- 分别为核算和报告期内净购入的电量和热力量（如蒸汽量），单位分别为兆瓦时（MWh）和百万千焦（GJ）；
- 分别为电力和热力（如蒸汽）的CO_2排放因子，单位分别为吨CO_2/兆瓦时（tCO_2/MWh）和吨CO_2/百万千焦（tCO_2/GJ）。

数据的获取

- 活动水平数据获取
  - ■根据核算和报告期内电力（或热力）供应商、水泥生产企业存档的购售结算凭证以及企业能源平衡表，采用公式（9）计算。
  - ■净购入电量（热力量）=购入量-水泥之外的其他产品生产的用电量（热力量）-外销量　　（9）
- 排放因子数据获取
  - ■ 电力排放因子应根据企业生产所在地及目前的东北、华北、华东、华中、西北、南方电网划分，选用国家主管部门最近年份公布的相应区域电网排放因子。
  - ■ 供热排放因子暂按0.11 tCO_2/GJ计，并根据政府主管部门发布的官方数据保持更新。

6. 质量保证和文件存档

- 报告主体应建立企业温室气体排放年度核算和报告的质量保证和文件存档制度，主要包括以下方面的工作：

1） 建立企业温室气体排放核算和报告的规章制度， 包括负责机构和人员、工作流程和内容、工作周期和时间节点等；指定专职人员负责企业温室气体排放核算和报告工作。

2）建立**企业温室气体排放源一览表**，分别选定合适的核算方法，形成文件并存档；

3）建立健全的**温室气体排放和能源消耗的台账记录**。

4）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。

5）建立企业温室气体排放报告内部审核制度。

6）建立文档的管理规范，保存、维护温室气体排放核算和报告的文件和有关的数据资料。

7. 报告内容

- *（一）报告主体基本信息*
  - ■报告主体基本信息应包括报告主体名称、单位性质、报告年度、所属行业、组织机构代码、法定代表人、填报负责人和联系人信息等。
- *（二）温室气体排放量*
  - ■报告主体应报告在核算和报告期内温室气体排放总量，并分别报告燃料燃烧排放量、工业生产过程排放量、净购入电力和热力对应的排放量。
- *（三）活动水平及其来源*
  - ■报告主体应报告企业在报告期内生产所使用的各种化石燃料的净消耗量和相应的低位发热量；各种替代燃料或废弃物的用量和相应的低位发热量；水泥熟料产量、窑炉排气筒粉尘的重量和窑炉旁路放风粉尘的重量；生料的重量和生料中非燃料碳的含量；净购入的电量和净购入的热力量;并说明这些数据的来源（采用本指南的推荐值或实测值）。
  - ■ 如果企业除水泥外还生产其他产品，则应按照相关行业的企业温室气体排放核算和报告指南报告其活动水平及来源。

报告内容（续）

- *（四）排放因子及其来源*
  - ■报告主体应报告企业在报告期内生产所使用的各种化石燃料的单位热值含碳量和碳氧化率数据；各种替代燃料或废弃物的二氧化碳排放因子和非生物质碳的比例；熟料中氧化钙的含量和非来源于碳酸盐分解的氧化钙的含量、氧化镁的含量和非来源于碳酸盐分解的氧化镁的含量；核算采用的电力排放因子和热力排放因子等数据及其来源（采用本指南的推荐值或实测值）。
  - ■如果企业除水泥外还生产其他产品，则应按照相关行业的企业温室气体排放核算和报告指南报告其排放因子及来源。

中国水泥生产企业温室气体排放报告

报告主体（盖章）：

报告年度：

编制日期：　　年　　月　　日

根据国家发展和改革委员会发布的《中国水泥生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》，本企业核算了_____年度温室气体排放量，并填写了相关数据表格。现将有关情况报告如下：

一、企业基本情况

二、温室气体排放

三、活动水平数据及来源说明

四、排放因子数据及来源说明

本报告真实、可靠，如报告中的信息与实际情况不符，本企业将承担相应的法律责任。

法人(签字):

年　　月　　日

附表 1 报告主体二氧化碳排放量报告

附表 2 报告主体活动水平数据

附表 3 报告主体排放因子和计算系数

附表 1 报告主体 20__年二氧化碳排放量报告

企业二氧化碳排放总量（tCO_2）	
化石燃料燃烧排放量（tCO_2）	
替代燃料和废弃物中非生物质碳燃烧排放量（tCO_2）	
原料碳酸盐分解排放量（tCO_2）	
生料中非燃料碳煅烧排放量（tCO_2）	
净购入使用的电力对应的排放量（tCO_2）	
净购入使用的热力对应的排放量（tCO_2）	

附表 2 活动水平数据表

		净消耗量（t，万 Nm^3）	低位发热量（GJ/t，GJ/万 Nm^3）
燃料燃烧*	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		
		数据	单位
工业生产过程	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		%
		数据	单位
净购入电力、热力	电力净购入量		MWh
	热力净购入量		GJ

* 企业应自行添加未在表中列出但企业实际消耗的其他能源品种

附表 3 排放因子和计算系数

		单位热值含碳量（tC/GJ）	碳氧化率（%）
燃料燃烧*	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_2/GJ
	替代燃料或废弃物中非生物质碳的含量		%
工业生产过程		数据	单位
	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		数据	单位
	电力		tCO_2/MWh
	热力		tCO_2/GJ

* 企业应自行添加未在表中列出但企业实际消耗的其他能源品种

6.试用中遇到的典型问题及解答

- 问：对于缺省值和企业检测值，应怎样选择？
  - 答：对于缺省值和企业检测值，应该优先使用企业检测值。如果没有条件或方法规范检测，就采用缺省值。但是，对于同一企业在填报企业排放等系列数据时，所有的数据必须保持一致性。如果某个数据采用企业检测值，就应一直采用企业检测值；如果采用缺省值，就应一直采用缺省值。
- 问：国家给出了区域电力排放因子，但是在执行MRV课题时，我们也看到了国家出台的每个省的排放因子，这样，从国家的角度，为了数据可比，肯定要用国家的因子，但从各个省份上来说，是不是自己省份的排放因子更加准确？
  - 答：采用国家给出、并不断更新的区域电力排放因子。

问答（续1）

- 问：对于余热发电部分，我们走了几家企业，有的发电是自发自用的，联网但不上网；但也有企业的余热发电上电网，同时也从网上购买电量。怎么来计算电力排放量？
  - 答：对于余热发电是自发自用的，企业的电力排放量只需要考虑外购电力所对应的排放量；如果余热发电业务发出的电量有上网的，同时也从电网购买电力，此时需要扣除发电上网部分电量，用净购入的电量计算电力排放量。
- 问：有的企业是自己发电，有的企业外包给其他企业发电。外包企业把余热给发电企业，发电企业就在外包企业里面弄了一个余热发电厂，发出的电以协议价卖回给外包的企业用，怎么来计算电力排放量？
  - 答：这涉及到业务外包的问题。企业将部分业务外包出去了，承包企业就有该部分业务产生的排放量。如果它的排放量够门槛，就需要申报；但它的排放量没有够门槛，就不需要申报。如果余热发电的业务不外包，发包企业就有了余热发电业务产生的排放量。若够门槛，就需要申报。这种情况对我国所有地方、所有行业是相同的。

问答（续2）

- 问：水泥工艺过程排放的计算是以氧化钙、氧化镁为目标进行追踪的，为什么不按照烧失量来计算？
  - 答：生料的烧失量包括有机原料的挥发量、水分的挥发量、还原物的氧化、碳酸盐的分解和粉尘等因素，还包括燃料燃烧后的灰烬等因素。燃料燃烧后的灰烬留在窑里，增加了熟料的产量。碳酸盐分解产生的二氧化碳量占生料烧失数量的主要比例。如果将生料烧失量完全看作二氧化碳的产生量，误差是较大的。
- 问：熟料中不是来源于碳酸盐分解的CaO、MgO的含量理解不清楚，能否给出具体的定义。
  - 答：熟料中不是来源于碳酸盐分解的CaO，MgO含量，实际上是指生料中不以碳酸钙和碳酸镁形式存在的钙和镁的化合物（如$Ca(OH)_2$、$Mg(OH)_2$等）折算成CaO，MgO的质量占熟料质量的比例。
  - 熟料中不是来源于碳酸盐分解的CaO、MgO的质量，主要指有的企业在生产过程中，采用矿渣、石膏等配料中含有的钙和镁的化合物折算成的CaO、MgO的质量。

问答（续3）

- 问：窑炉排气筒（窑头）粉尘、旁路放风粉尘的质量，企业没有正规的统计，如何进行计算？
  - 答：按照目前现有的生产技术，旁路放风粉尘基本没有，但是有窑炉排气筒（窑头）粉尘。按照环保部门的规定和《水泥工业大气污染物排放标准(GB_4915-2004)》，粉尘都有监测，每年需要出监测报告。按照标准，窑头需要监测粉尘，窑尾除了监测粉尘，还需要监测NO_2、SO_2等排放。监测的数据单位为kg/m^{3}或kg/t，根据企业生产排气筒的流量数据，换算得到窑炉排气筒（窑头）粉尘的质量。因此，需要填报的数据为：窑炉排气筒的粉尘浓度（单位kg/m^3）、窑炉排气筒的气体流量（m^3/h）、产量（t/h）或者直接填写窑头粉尘的质量（单位 kg/t熟料）。
- 问：有的企业生产白水泥，不加入非燃料碳，此时该部分的排放怎么算？
  - 答：此时该部分的排放设为0。

问答（续4）

- 问：窑头粉尘重量采用粉尘监测设施的流量、浓度值进行计算，这里应采用除尘之前的粉尘浓度值，还是除尘之后的粉尘浓度值？
  - 答：除尘之后的粉尘浓度值。

- 问：附录中只列出了6种废弃物，企业采用了其他废弃物怎么处理？
  - 答：附录中只列出了6种废弃物，这是通过典型企业调查，参考IPCC指南、《水泥行业二氧化碳减排议定书》等文献收集得到。不同地区、不同国家使用的废弃物不一样，发热量也不同，千差万别。建议只考虑这6种废弃物。若有其他废弃物，企业愿意报告，就需要自己检测参数，而且有认可的检测标准和方法。

谢谢大家
欢迎提出宝贵意见！

授课人：鲁传一
电话：62795059
Email:lu-cy@mail.tsinghua.edu.cn
单位：清华大学能源环境经济研究所