


《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）》 解析



中国质量认证中心组织编写

《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）》解析



中国质量认证中心

2016年5月

《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）》解析

编 审 委 员 会

主 编	王克娇	宋向东	程秀芹		
副 主 编	于 洁	陈之莹	张丽欣		
编写人员	黄丽君	罗 伟	唐春潮		
审定人员	张丽欣	王振阳	张建宇	朱埔达	吴 蔚
	王 峰	马旭辉	董方达		

序 言

“十三五”时期是我国全面建成小康社会的决胜阶段，也是我国实现 2020 年、2030 年控制温室气体排放行动目标的关键时期，我国应对气候变化工作面临着新形势、新任务、新要求。

十八届五中全会确立了创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，提出加快推动低碳循环发展，主动控制碳排放，这对做好应对气候变化工作提出了更高的要求。在 2015 年 12 月联合国气候大会召开前，中国明确提出计划于 2017 年正式启动全国碳排放交易体系，第一阶段将涵盖石化、化工、建材、钢铁、有色、造纸、电力、航空等重点排放行业，届时中国的碳排放交易市场将成为全世界最大的碳排放交易市场。

根据《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》提出的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的目标，推动完成国务院《“十二五”控制温室气体排放工作方案》（国发[2011] 41 号）提出的加快构建国家、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温室气体排放数据制度的工作任务，国家发展改革委先后组织制定和印发了 24 个行业的《温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》（以下简称《指南》），并明确开展全国重点企（事）业单位温室气体排放报告工作，通过此项工作全面掌握重点单位温室气体排放情况，加快建立重点单位温室气体排放报告制度，完善国家、地方、企业三级温室气体排放基础统计和核算工作体系，加强重点单位温室气体排放管控，为实行温室气体排放总量控制、开展碳排放权交易等相关工作提供数据支撑。为保证全国重点企（事）业单位温室气体排放报告工作的顺利开展，提高各省市报送单位的报送水平和报告质量，提升地方各级政府应对气候变化主管部门综合能力，培养全国碳排放权交易专业从业人员，在国家发展改革委应对气候变化司的

统一指导下，中国质量认证中心针对其中 11 个行业《指南》编写了系列解析丛书，丛书包括背景介绍、指南解析、活动水平数据和排放因子获取、案例分析等主要章节，针对《指南》中的重点内容由浅入深进行了详细解读；同时，编写组结合多年对各种行业开展温室气体排放核算及核查的工作经验，通过案例帮助读者深入理解《指南》的要求，逐步核算企业自身温室气体排放量，建立温室气体排放核算和报告的质量保证和文件存档制度。经国家发展改革委应对气候变化司组织专家审定，该套教材已正式印发。教材可作为各级企（事）业单位用于温室气体报送工作的指导手册，同时也可以作为第三方核查机构、咨询公司等从业人员的专业培训教材，各级地方政府应对气候变化主管部门能力建设的教材，大中专院校的专业辅助教材。

温室气体报送是一项漫长而繁琐的工作，希望读者能通过阅读学习本书以熟悉各个行业《指南》，为建立地方温室气体排放报送制度和报送平台，促进全国碳排放权交易市场的蓬勃发展贡献力量。

鉴于时间紧迫以及编者对《指南》的理解难免有不足之处，热诚欢迎各界读者及行业专家给予指导勘正。

中国质量认证中心

目 录

第一章 行业概述	1
第一节 水泥行业发展现状	1
第二节 水泥工艺流程	6
第二章 《中国水泥生产企业温室气体排放核算方法与报告指南》解析	9
第一节 术语和定义解析	9
第二节 核算边界解析	14
第三节 核算方法解析	18
第四节 数据质量保证解析	32
第三章 水泥生产企业活动水平数据及排放因子的获取	34
第一节 典型活动数据的获取	34
第二节 排放因子数据的获取	41
第三节 通用计量设备的管理	42
第四章 水泥生产企业温室气体核算与报告案例	47
第一节 案例描述	47
第二节 温室气体排放报告	53
第三节 温室气体核算过程与说明	68
附件：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）	

第一章 行业概述

第一节 水泥行业发展现状

水泥是世界范围内的基础性建筑材料，广泛应用于土木建筑、水利、国防等工程，在国民经济发展中有重大作用。据估算，水泥行业的 CO₂ 排放量占全球人为 CO₂ 总排放量高达 5%。

一、水泥生产情况

中国是水泥生产大国，总产量连续 20 多年位居世界第一。目前国内共有水泥生产企业 5,000 余家。据欧洲水泥协会的统计，2013 年中国水泥产量占全球 58.6%¹，远远超过了其他国家及地区。2013 年世界水泥产量分布见图 1.1 所示。

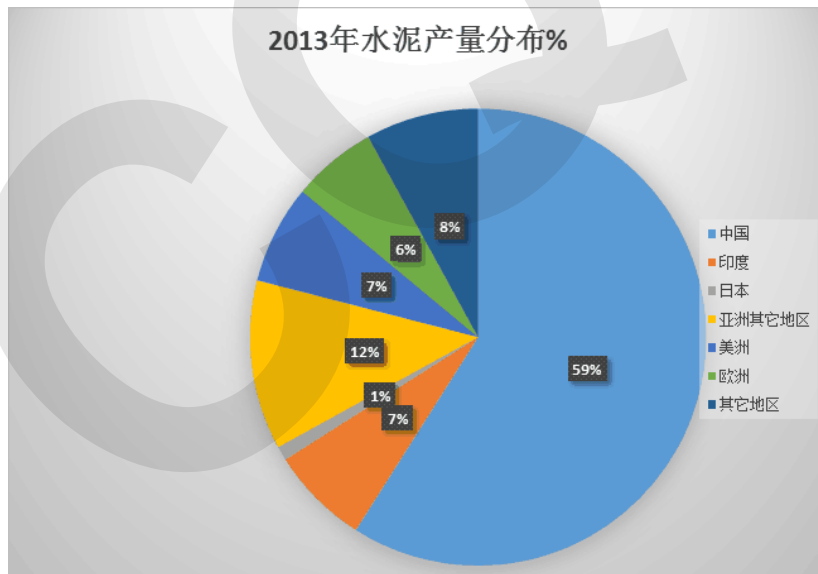


图 1.1 2013 年世界水泥产量分布情况²

¹ <http://www.cement.com/news/content/7538953450084.html>

² 基于欧洲水泥协会统计数据，<http://www.cement.com/news/content/7538953450084.html>

近 30 年来，中国的水泥产量以超过年均 10% 的高速度持续增长。截至 2012 年，全国水泥产量达 220984 万吨。但从近几年的年增长率看，水泥产量受经济形势的影响较为明显，增幅呈现较大的波动。

表 1-1 2006 年~2012 年水泥产量统计（单位：万吨）³

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
水泥产量 (万吨)	123676.48	136117.3	142355.7	164397.8	188191.2	209925.9	220984.1
年增长率 (%)	\	10%	5%	15%	14%	12%	5%

从水泥产量的分布统计看，水泥企业广泛分布在全国 31 个省、市、自治区。

2012 年全国前十位水泥生产大省市产量占全国总产量高达 58%。各省市水泥产量都相对平均，具有生产相对分散的特点。

表 1-2 2012 年水泥产量前十位的省市（单位：万吨）⁴

省市	产量（万吨）	占全国产量比重
江 苏	16902.33	7.6%
山 东	15454.99	7.0%
河 南	14888.89	6.7%
四 川	13465.03	6.1%
河 北	13131.84	5.9%
浙 江	11575.35	5.2%
广 东	11485.50	5.2%
安 徽	11004.70	5.0%
湖 南	10573.71	4.8%
湖 北	10375.28	4.7%

2_____

³ 数据来源于《中国统计年鉴》，2007 年-2013 年

⁴ 数据来源于《中国统计年鉴》，2013 年

中国水泥行业产量巨大，但行业整体发展水平还远远落后于国外，干法占比较低，综合能耗较高，产业集中度也相对较低。近年来，为了改变目前水泥行业面临的问题，我国政府大力抑制水泥行业产能过剩和重复建设，制定并推行落后产能的淘汰计划。水泥产量保持低速增长。

二、水泥消费情况

中国不仅是水泥的生产大国，而且是水泥的消费大国。据《世界水泥报告》第十版⁵的统计，截至 2012 年，全球水泥的消费量达到了 37.36 亿吨，其中中国的水泥消费就达到了 21.6 亿吨，占比超过 58%。

三、我国水泥工业发展面临的节能减排压力

我国水泥行业产品生产能耗较高，与世界发达国家相比存在着较大差距。自“十一五”时期以来，国家对于节能减排工作越来越重视，出台了一系列政策、法规、标准，以促进水泥产品能耗的持续下降，行业的节能减排工作取得明显进步，据统计，在“十一五”期间，单位水泥产品 CO₂ 排放强度由 0.69tCO₂/t 下降到了 0.65tCO₂/t⁶。

为了规范水泥行业企业的生产过程，鼓励企业采用并推广优秀的节能措施，2012 年 12 月 31 日，新版《水泥单位产品能源消耗限额》（GB16780-2012）发布，其中对现有水泥生产企业单位产品能耗限额值和先进值、新建水泥生产企业单位产品能耗限额准入值做出详细规定，作为产品能耗的强制性指标对水泥生产过程进行约束，如下：

⁵ <http://www.cemnet.com/content/publications/GCR10Worldoverview.pdf>

⁶ 《中国水泥工业 CO₂ 排放现状及减排对策》，环境科学学报，第 21 卷第 8 期

表 1-5 现有水泥企业水泥单位产品能耗限定值

项目		可比熟料综合煤耗限定值 (kgce/t)	可比熟料综合电耗限定值 (kWh/t)	可比水泥综合电耗限定值 (kWh/t)	可比熟料综合能耗限定值 (kgce/t)	可比水泥综合能耗限定值 (kgce/t)
熟料		≤112	≤64	/	≤120	/
水泥	无外购熟料	/	/	≤90	/	≤98*
	外购熟料	/	/	≤40	/	≤8
*如果水泥中熟料占比超过或者低于 75%，每增减 1%，可比水泥综合能耗限定值应增减 1.20kgce/t。						

表 1-6 新建水泥企业水泥单位产品能耗准入值

项目		可比熟料综合煤耗限定值 (kgce/t)	可比熟料综合电耗限定值 (kWh/t)	可比水泥综合电耗限定值 (kWh/t)	可比熟料综合能耗限定值 (kgce/t)	可比水泥综合能耗限定值 (kgce/t)
熟料		≤108	≤60	/	≤115	/
水泥	无外购熟料	/	/	≤88	/	≤93*
	外购熟料	/	/	≤36	/	≤7.5
*如果水泥中熟料占比超过或者低于 75%，每增减 1%，可比水泥综合能耗限定值应增减 1.20kgce/t。						

表 1-7 水泥企业水泥单位产品能耗先进值

项目		可比熟料综合煤耗限定值 (kgce/t)	可比熟料综合电耗限定值 (kWh/t)	可比水泥综合电耗限定值 (kWh/t)	可比熟料综合能耗限定值 (kgce/t)	可比水泥综合能耗限定值 (kgce/t)
熟料		≤103	≤56	/	≤110	/
水泥	无外购熟料	/	/	≤85	/	≤88*
	外购熟料	/	/	≤32	/	≤7
*如果水泥中熟料占比超过或者低于 75%，每增减 1%，可比水泥综合能耗限定值应增减 1.20kgce/t。						

根据《水泥工业“十二五”发展规划》，水泥工业发展主要目标是：到 2015 年，规模以上企业工业增加值年均增长 10%以上，淘汰落后水泥产能，主要污染物实现达标排放，协同处置取得明显进展，综合利用废弃物总量提高 20%，42.5 级及以上产品消费比例力争达到 50%以上，前 10 家企业生产集中度达到 35% 以上。

表 1-8 水泥工业“十二五”主要发展目标

指标	2010 年	2015 年	年均增长
规模以上工业增加值年均增长 (%)			>10
淘汰落后产能 (亿吨)		[2.5]	
前 10 家企业生产集中度 (%)	25	35	[10]*
水泥散装率	48	65	[17]*
低温余热发电生产线比例 (%)	55	65	[10]*
协同处置生产线比例 (%)		10	
单位工业增加值二氧化碳排放量降低 (%)			[17]
氮氧化物排放总量降低 (%)			[10]
二氧化硫排放总量降低 (%)			[8]
规模以上企业研究与试验发展经费支出占销售收入的比重 (%)		>1.5	

备注：[]内为五年累计数；*为 2015 年比 2010 年增加或减少的百分比。

第二节 水泥工艺流程

水泥生产工艺流程，按照生料的制备方法的不同可为湿法和干法两大类。而根据煅烧窑的结构不同，还可以分为立窑和回转窑，如下：

表 1-9 水泥生产工艺分类

分类标准	分类	具体种类
生料制备方法	湿法	将原料加水粉磨成生料浆（含水 33-40%）后喂入湿法回转窑煅烧成熟料，则称为湿法；将湿法制备的生料浆脱水后，制成生料块入窑煅烧，称为半湿法，亦归入湿法。
	干法	将原料同时烘干与粉磨或先烘干粉磨成生料粉，而后喂入干法窑内煅烧成熟料，则称为干法生产；将生料粉加入适量水分制成生料球，而后喂入立窑或立波尔窑内煅烧成熟料的方法叫半干法，亦归入干法
煅烧窑结构	立窑	普通立窑和机械化立窑（投资小、生产快；就地取材，可充分利用地方资源；缺点是生产规模小，熟料质量差，单产低，环保达标难）
	回转窑	湿法回转窑（生产热耗高，但电耗较低，生料易于均化，成分均匀，熟料质量较高且输送方便，粉尘少）
		干法回转窑（优点是节能、产量高、质量稳定、环保、生产率高）
		半干法回转窑（立波尔窑）

近 30 年来国内外广泛采用，并已成为主流生产方式的是以悬浮预热和预分解技术为核心，充分利用现代科学技术和工业生产成就的新型干法水泥生产。以下就以典型干法水泥生产工艺为例对水泥生产的主要工艺流程进行描述。主要工艺流程见图 1.2。

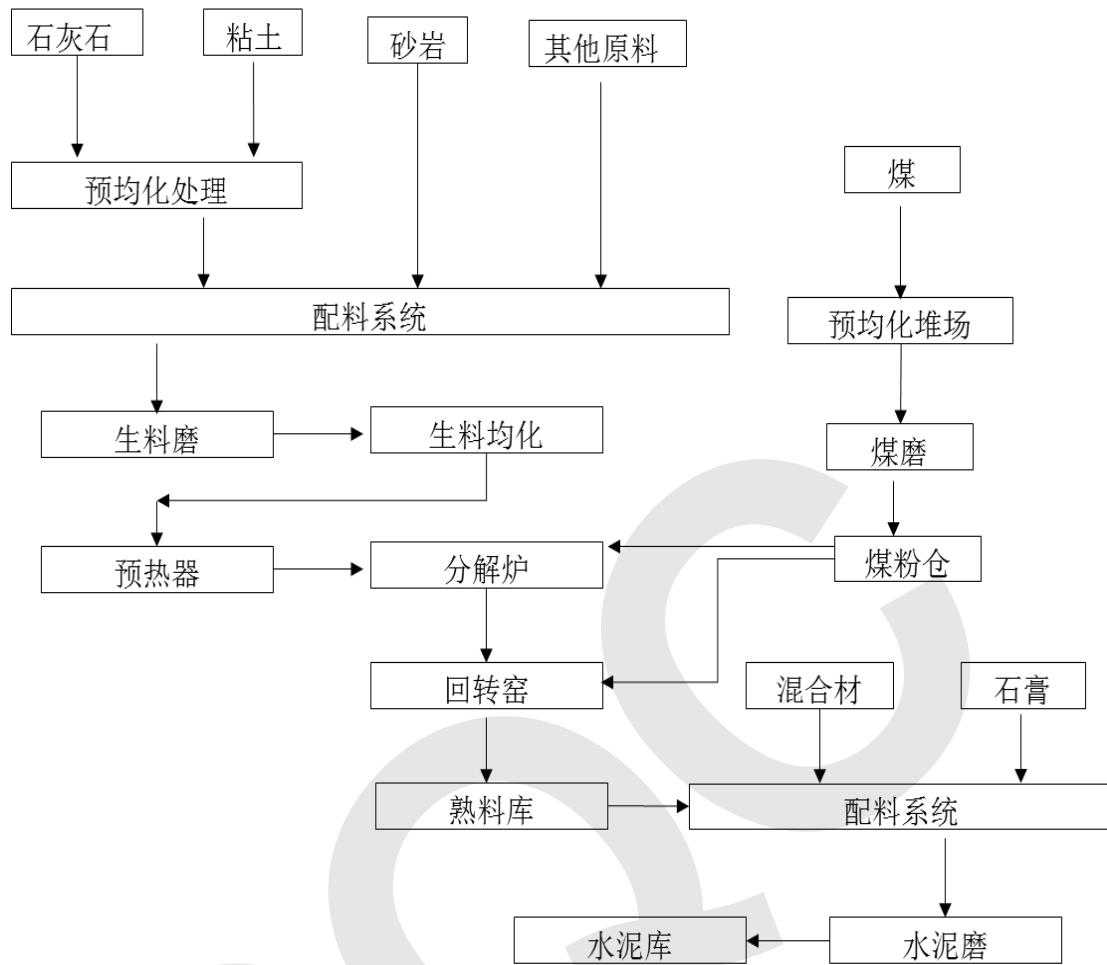


图 1.2 新型干法水泥生产工艺流程

1. 原料破碎及均化

水泥生产过程中，大部分原料要进行破碎，如石灰石、粘土等。在原料进入粉磨设备之前尽可能将大块的原料破碎至细小、均匀的粒度以利于后续的生产过程。而原料预均化就是在原料存、取过程中实现原料的初步均化，达到要求的化学成分，使得原料堆场同时具备贮存与均化的功能。

2. 生料制备及均化

生料制备是指将混合后的原料经过粉磨后制备成生料的过程。在新型干法水泥生产过程中，稳定入窑生料成分是稳定熟料烧成的前提。均化一般是采用空气搅拌产生“漏斗效应”，使生料粉在卸落时尽量多切割多层料面实现充分混合。

3. 预热及分解

将对生料的预热和部分分解由预热器来完成，代替回转窑的部分功能，能有效缩短回转窑的长度，同时也提高窑系统生成效率、降低熟料烧成的能耗。预热器由一系列垂直旋风筒组成，生料在通过旋风筒时与筒内相反方向的窑尾热气流接触。在这些旋风筒中，热能的回收利用来自于窑尾的热废气，生料进入窑内之前被预热，因此必要的化学反应发生得更快更有效。根据生料中的水分含量不同，一个窑可以最多有 6 级旋风预热器，预热器每多一级热交换效率就更高。

而预分解是在预热器和回转窑之间增设分解炉，将原来在回转窑内进行的碳酸盐分解任务移到分解炉内进行。燃料大部分从分解炉内加入，少部分由窑头加入，减轻了窑内煅烧带来的热负荷，延长了衬料的寿命，有利于生产的大型化。

4. 回转窑中熟料的烧成

预分解后的生料进入窑中。燃料在窑内直接燃烧，使窑内温度达到 1450℃ 左右。当窑以 3~5 转/分的转速旋转时，物料随着窑的旋转，逐渐由预热带移动至燃烧带。窑内的高温使物料发生化学与物理反应，将物料烧结为熟料。

高温熟料从窑进入篦冷机，被进入的燃烧空气所冷却，以尽可能减少系统的能量损失。一个典型的水泥厂在熟料生产和熟料粉磨之间设有熟料库。熟料通常可以作为商品出售。

5. 水泥粉磨

将熟料与其它混合材及石膏进行混合一起粉磨成灰色的粉末，即为复合水泥。

6. 水泥库储存

最终水泥产品均化、储存在水泥库中，然后分配到包装站生产袋装水泥或者用罐装车（散装水泥）进行运输。

第二章 《中国水泥生产企业温室气体核算方法与报告指南（试行）》解析

《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）》（以下简称《指南》）包括正文及两个资料性附录，其中正文部分的七个小节分别阐述了本指南的适用范围、引用文件和参考文献、术语和定义、核算边界、核算方法、质量保证和文件存档、报告内容和格式、以及常用参数推荐值，两个资料性附录分别是报告模板和相关参数推荐值。指南核算的温室气体只包含二氧化碳。核算范围包括燃料燃烧排放、工业生产过程排放、净购入使用的电力和热力等相应的生产环节产生的排放。

本指南适用于以水泥生产为主营业务的企业核算温室气体排放量并编制温室气体排放报告。如果水泥生产企业除水泥生产以外还存在其他产品生产并产生温室气体排放的活动，则应参照其他相关行业的企业温室气体排放核算和报告指南进行温室气体排放量的核算和报告。

本章将分别从术语和定义、核算边界、核算方法、质量保证四个方面对指南原文进行逐项解析。

第一节 术语和定义解析

(1) 温室气体

大气层中那些吸收和重新放出红外辐射的自然和人为的气态成分。本指南的温室气体是指《京都议定书》附件 A 所规定的六种温室气体，分别为二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）和六氟化硫（SF₆）。

温室气体指大气中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

本指南所指的温室气体仅包括二氧化碳。

(2) 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。

报告主体是指对温室气体的排放及控制行为负有完全责任的单位。

根据国家统计局于 2011 年 10 月 20 日印发的《统计单位划分及具体处理办法》（国统字〔2011〕96 号）（国统字〔2011〕96 号），法人企业是指依据《中华人民共和国公司登记管理条例》、《中华人民共和国企业法人登记管理条例》等国家法律和法规，经各级工商行政管理机关登记注册，领取《企业法人营业执照》的企业。包括公司制企业法人、非公司制企业法人、依据《中华人民共和国个人独资企业法》、《中华人民共和国合伙企业法》，经各级工商行政管理机关登记注册，领取《营业执照》的个人独资企业、合伙企业。

法人单位下属跨省的分支机构，符合以下条件的，经与分支机构上级法人单位协商一致，并经国家统计局认可，可视同法人单位处理：

- （一）在当地工商行政管理机关领取《营业执照》，并有独立的场所；
- （二）以该分支机构的名义独立开展生产经营活动一年或一年以上；
- （三）该分支机构的生产经营活动依法向当地纳税；

（四）具有包括资产负债表在内的账户，或者能够根据统计调查的需要提供财务资料。

(3) 燃料燃烧排放

燃料燃烧排放，是指企业生产过程中燃料与氧气进行充分燃烧产生的温室气体排放，包括实物煤、燃油等化石燃料的燃烧、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等产生的排放。

燃料是指燃烧时能产生热能或动力和光能的可燃物质，主要是含碳物质或碳氢化合物。常见燃料有煤炭、焦炭、石油、天然气和沼气等等。

原则上某些燃料如煤、天然气充分燃烧产生的温室气体除 CO₂ 外，还包括 N₂O 和 CH₄ 其它气体，根据本指南核算要求，仅核算燃料燃烧产生的 CO₂ 排放。

水泥生产企业燃料燃烧排放通常指水泥窑中使用的实物煤、热处理和运输等设备使用的燃油等化石燃料燃烧产生的排放及替代燃料和协同处置废弃物中所含的非生物质碳的燃烧产生的排放。

替代燃料亦称为非传统燃料或者先进燃料，是可以被用作燃料的任何材料或者化学物质，用来代替传统燃料。

利用水泥窑协同处置城市垃圾、污泥、危险废物的技术已被国际公认为是最有效、最安全的方法。常见协同处置废弃物包括城市垃圾、污泥、各类固体废弃物。替代燃料或协同处置的废弃物中既包含生物质碳，亦包含非生物质碳，本指南仅考虑所含的非生物质碳燃烧产生的。

(4) 工业生产过程排放

工业生产过程排放，是指原材料在生产过程中发生的除燃料燃烧之外的物理或化学变化产生的温室气体排放，包括原料碳酸盐分解产生的排放和生料中非燃料碳煅烧产生的排放等。

水泥生产过程中产生的温室气体排放的化学变化包括原料碳酸盐分解和生料中非燃料碳煅烧产生的排放。

在水泥生产过程中，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产生的排放指生料中采用的配料，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可转化为二氧化碳。

(5) 净购入使用的电力和热力对应的排放

企业净购入使用的电力和热力（蒸汽、热水）所对应的电力或热力生产活动产生的 CO₂ 排放。

水泥生产企业需要核算的电力和热力是指企业实际用于水泥生产过程的那部分从外部购买的电力和热力（蒸汽、热水）。如企业存在转供电力和热力（蒸汽、热水）情形时，在考虑净购入电力和热力使用时产生的二氧化碳排放时应扣除转供的电力和热力（蒸汽、热水）量。

水泥生产企业自身的余热发电不属于净购入电力，不应将该部分电力产生的排放纳入核算范围。

《指南》中计算净购入使用的电力和热力产生排放，是由于企业购入的电力和热力（蒸汽、热水）的生产消耗化石燃料而隐含的二氧化碳排放。

(6) 活动水平

产生温室气体排放或清除的生产或消费活动的活动数据，包括水泥生产过程中各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量、购入或外销的电量或蒸汽量等。

活动水平指企业进行二氧化碳排放活动程度的测量值，主要包括能源活动中能源的消耗量和工业生产过程中原材料消耗量、产品或半成品产出量等。

对于水泥生产企业来说，需要收集的活动水平包括：

- 燃料的消耗量（吨或标准立方米）、对应燃料的低位发热值；
- 水泥生料重量、熟料产量；
- 净购入使用的电量和热力量；
- 窑炉排气筒粉尘的重量和窑炉旁路放风粉尘的重量；
- 生料中非燃料碳的含量等。

(7) 排放因子

量化单位活动水平所产生的温室气体排放量的系数。如生产每吨水泥熟料所产生的二氧化碳排放量、每千瓦时发电上网所产生的二氧化碳排放量等。

水泥行业排放因子包括：

- 各种替代燃料或废弃物对应的二氧化碳排放量（tCO₂/GJ）；

- 化石燃料的单位热值含碳量 (tc/GJ)、碳氧化率;
- 熟料中 CaO、MgO 含量;
- 生料中非碳酸盐 CaO、MgO 含量;
- 每兆瓦时发电上网所产生的二氧化碳排放量等。

(8) 碳氧化率

燃料中的碳在燃烧过程中被氧化的百分比。

燃料中并不是所有的碳都会变成 CO₂，有一部分留在了灰渣中，完全氧化的碳量占总碳量的百分比称为碳氧化率。

企业可根据实际情况实测碳氧化率或采用指南附录中提供的燃料碳氧化率的推荐值。

第二节 核算边界解析

本《指南》详细规定了水泥生产企业温室气体核算应以企业为边界，主要核算并报告企业内部一系列与水泥生产相关的活动产生的排放，但不仅限于水泥生产过程，这体现在：若企业还生产其他产品，且产生温室气体排放，应一并核算和报告。本节就指南中核算边界的界定，及边界内的核算和报告范围部分进行解读。

四、核算边界

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、化验、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，则应参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。

具体而言，水泥生产企业核算边界内的关键排放源包括：

（1）化石燃料的燃烧

水泥窑中使用的实物煤、热处理和运输等设备使用的燃油等产生的排放。

（2）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所产生的排放。

(3) 原材料碳酸盐分解

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。

(4) 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。

(5) 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。

(6) 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。

核算边界是报告主体核算温室气体排放的范围。碳排放核算的边界与企业内部的一系列生产活动有关，也与地理位置有关，一个边界范围可以包括多个地理位置。本《指南》中所阐述的核算边界是涵盖企业整个生产过程的区域，包括直接生产系统、辅助生产系统和附属生产系统，不包括生活区域，企业的家属区不纳入核算和报告边界。

直接生产系统是指水泥生产全流程相关设施、如水泥窑等，直接生产系统消耗的燃料、电等产生的排放量应纳入核算范围。

辅助生产系统是指为生产系统配置的工艺过程、设施和设备，如空压机、水泵、运输车辆等，辅助生产系统消耗的外购电力或燃料产生的排放量应纳入核算范围。本指南中的运输指的是厂内运输。

附属生产系统如职工食堂、车间浴室消耗的燃料产生的排放量原则上应纳入核算范围。但如果该食堂、浴室是由其他的个人或企业承包经营管理的，那么其

消耗的电、热、以及燃料产生的温室气体排放就不纳入核算范围。

报告主体对生产系统的识别可通过对边界内能耗类别的分析来进行。

如果报告主体除生产水泥外，还生产其他产品，但此产品属非主营业务时，生产其他产品所产生的温室气体排放也应纳入企业温室气体排放边界。

若企业存在自备电厂，发电单元需要按照《中国发电企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》的相关要求对自备电厂发电这一单元进行温室气体排放的核算并报告。

本《指南》中水泥生产企业的排放源包括化石燃料的燃烧、替代燃料和协同处置的废弃物中非生物质碳的燃烧、原材料碳酸盐分解、生料中非燃料碳煅烧、净购入使用的电力和热力。

（1）化石燃料燃烧

化石燃料燃烧是水泥行业主要的排放源。

化石燃料的燃烧是为窑炉提供足够的热量（煅烧温度一般在 1450℃左右），以满足对原料的充分煅烧，这部分排放是燃料产生排放的主要部分。

水泥企业熟料生产工序高温处理系统包括三个步骤：预热、煅烧（一次预处理，在其过程中生成氧化钙）以及焙烧（烧结）。如果预热等过程使用了化石燃料，其产生的排放应当核算并报告。

运输设备指与生产过程相关的燃料、原料、半成品、产品的运输工具，包括钹车、货车、轮船等。

纳入报告主体排放边界内的生产设施并非完全指企业自有设施，也包括报告主体租赁的为生产服务的设施。当报告主体租赁的设施用于生产过程，其所产生的排放应纳入核算范围。如某些水泥生产企业内用于搬运和运输使用的叉车、铲车等车辆采用租赁的方式，车辆的所属权归其他法人单位，但车辆仅用于报告主

体的日常生产使用，此时所租赁车辆消耗燃料产生的排放计入核算范围。

(2) 原材料碳酸盐分解

水泥生产过程中，挥发组分在预热器内循环相当严重。挥发组分的循环富集常会发生窑内结圈或窑尾烟室、旋风筒锥体等部位结皮，严重时将无法进行正常生产。为了降低入窑热生料挥发性组分的含量，减少挥发性组分的富集和循环，通常采用在窑尾设置旁路放风，由此产生旁路粉尘。旁路粉尘煅烧率较高，其成分与熟料相差不大，应当报告由此产生的碳排放。指南中为简化报告由此产生的碳排放，将旁路粉尘的煅烧率默认为与熟料的煅烧率相同。

窑头粉尘已完全煅烧，其成分与熟料是相同的，应当报告由此产生的碳排放。

(3) 生料中非燃料碳煅烧

水泥生产过程中采用的生料配料如钢渣、煤矸石、高碳粉煤灰同生料一起在水泥窑中被高温煅烧，其中的小部分有机碳在高温煅烧处理过程中释放二氧化碳，也是过程排放源。

在水泥生产过程中，购入电力和热力产生的排放在报告主体温室气体排放总量中占比较大。水泥生产过程中主要耗电设备为生料粉磨设备，如立磨机或球磨机。

(4) 净购入使用的电力和热力

纳入核算边界的电力和热力是指企业自外界购入的部分。若某些水泥生产企业收集余热供热发电自用，这部分电力和热力不属于购入的电力、热力。

水泥生产企业将外购的电力、热力转供给企业核算边界外其他个人或团体使用，该部分电力、热力产生的排放不应纳入核算范畴，从购入电力和热力产生的排放总量中进行扣除。如水泥生产企业向不在其边界范围内的生活小区供热、供电产生的温室气体排放。

第三节 核算方法解析

本《指南》详细给出了水泥生产企业温室气体排放核算的完整工作流程，及温室气体排放量的统一核算方法，这部分是指南的核心内容，供企业在进行温室气体排放核算和报告时予以遵循。本节将按照《指南》原文顺序，从核算步骤、不同类别排放源产生的二氧化碳排放量核算方法、不同类别排放源活动数据和排放因子的获取等几方面逐项进行解析。

五、核算方法

报告主体进行企业温室气体排放核算和报告的完整工作流程包括以下步骤：

- (1) 核算边界；
- (2) 排放源；
- (3) 活动水平数据；
- (4) 排放因子数据；
- (5) 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；
- (6) 企业温室气体排放量。

第一步：确定核算边界

企业在确定核算边界过程中，应从自身实际情况出发，考量企业法人单位覆盖的地理边界范围，考量企业地理边界范围内是否存在生活设施产生的温室气体排放、生活设施耗能是否有准确计量，考量企业是否有租赁设备、地理边界内是否有其他法人单位、是否有用于非生产的运输设备等。水泥生产企业一般涉及原料开采、原料运输、生料制备、煤粉制备、熟料烧成、熟料粉磨、水泥粉磨等直接生产环节。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）。

第二步：识别排放源

报告主体应按照本《指南》中所给出的核算和报告范围，分类别逐一识别排放源。排放源识别过程中应确保完整、准确、不漏项，排放源的识别最好能细化

到具体设施或设备。燃料排放源识别过程中，报告主体可参考能源统计报表辅助识别，同时不要忽略其他辅助生产系统中可能用到的其他燃料使用时产生的排放，如部分水泥企业在机修过程中使用的乙炔焊，所消耗的燃料乙炔燃烧所产生的温室气体排放应作为排放源被识别。所识别出的排放源可进行分类列表输出，具体格式可参考表 2-1。

表 2-1 水泥生产企业常见排放源识别示例

排放类别	排放设施/排放过程	排放源	备注
燃料的燃烧	窑炉	煤的燃烧	
	预分解窑	柴油的燃烧	
	厂内铲车	柴油的燃烧	
	厂内叉车	柴油的燃烧	
过程排放	碳酸盐分解	碳酸盐分解	
	窑头粉尘分解	碳酸盐分解	
	旁路放风粉尘分解	碳酸盐分解	
	生料中非燃料碳煅烧	钢渣/煤矸石/高碳粉煤灰的氧化	
净购入使用的电力、热力产生的排放	所有耗电、耗热力设备	外购电力、热力使用	如球磨机 转供部分应从总量中进行扣除

第三步：收集活动水平数据

活动水平数据的收集是一个系统性的工作，建议报告主体从上一阶段建立的温室气体排放源鉴别表入手，根据排放源类型逐项收集活动数据，避免缺项漏项，如燃料消耗量仅收集窑炉消耗的实物煤，而忽略了热处理或运输过程的燃油的消耗量。企业内某一类型排放源活动水平数据的来源往往涉及多个不同部门，为了保证最终用于计算总排放量的活动水平数据可追溯、可核查，活动数据收集过程中避免直接引用单一数据来源，如燃料的消耗量可能分属在企业的动力部门、仓库、物流部门，在收集燃料消耗量数据时，应从各个部门收集相应的消费台账，

结合财务的期初、期末、库存等数据进行交叉核对，最终确认燃料消耗的活动水平数据。对于具备条件的企业，针对对温室气体排放量影响较大的活动水平数据，如燃料的低位发热值，应建立健全监测计划，定期监测。在活动水平数据和排放因子的选取过程中，要注意参数单位的统一、注意参数单位的换算准确。

第四步：选择和获取排放因子数据

根据本《指南》的要求，选择和获取以下排放因子：

- 化石燃料燃烧排放中涉及的排放因子包括化石燃料单位热值含碳量和碳氧化率；
- 替代燃料或废弃物中非生物质碳燃烧排放中涉及的排放因子包括各种替代燃料或废弃物的平均低位发热值、CO₂ 排放因子、非生物质碳的含量；
- 原料分解产生的排放中涉及的排放因子包括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；
- 购入电力和热力对应的排放中涉及的排放因子；

各个排放因子的核算方法将在后面的章节中详细介绍。

第五步：分别计算各排放源对应的排放量

对每一项排放源，根据前面阶段收集的活动水平数据及排放因子，按照本《指南》中各类排放源计算方法，依据排放量计算公式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。

第六步：汇总计算企业温室气体排放量

将以上计算的几大类排放量根据指南中给出的计算公式形成企业温室气体排放量。

水泥生产企业的CO₂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CO₂排放量之和按公式（1）计算。

$$\begin{aligned} E_{CO_2} &= E_{\text{燃烧}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{电和热}} \\ &= E_{\text{燃烧1}} + E_{\text{燃烧2}} + E_{\text{过程1}} + E_{\text{过程2}} + E_{\text{电和热}} \end{aligned} \quad (1)$$

式中：

E_{CO_2} 为企业CO₂排放总量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{燃烧}}$ 为企业所消耗的燃料燃烧活动产生的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{燃烧1}}$ 为企业所消耗的化石燃料燃烧活动产生的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{燃烧2}}$ 为企业所消耗的替代燃料或废弃物燃烧产生的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{过程}}$ 为企业在工业生产过程中产生的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{过程1}}$ 为企业在生产过程中原料碳酸盐分解产生的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{过程2}}$ 为企业在生产过程中生料中的非燃料碳煅烧产生的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

这部分给出了企业温室气体排放总量核算的总公式，企业温室气体排放总量是三部分排放量的加和。三个类别包括燃料燃烧活动产生的CO₂排放量，工业生产过程中产生的CO₂排放量和企业净购入的电力和热力所对应的CO₂排放量。工业生产过程中产生的CO₂排放量包括两部分，原料碳酸盐分解产生的CO₂排放和生料配料中非燃料碳煅烧产生的排放。企业要根据识别出的排放源，按照以下公式逐一对温室气体排放量进行计算。

(一) 化石燃料燃烧排放

1. 计算公式

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。

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

式中：

$E_{\text{燃烧}1}$ 为核算和报告期内消耗的化石燃料燃烧产生的 CO₂ 排放，单位为吨（tCO₂）；

AD_i 为核算和报告期内消耗的第 i 种化石燃料的活动水平，单位为百万千焦（GJ）。

EF_i 为第 i 种化石燃料的二氧化碳排放因子，单位：tCO₂/GJ；

i 为净消耗的化石燃料的类型。

核算和报告期内消耗的第 i 种化石燃料的活动水平 AD_i 按公式（3）计算。

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

式中：

NCV_i 是核算和报告期内第 i 种化石燃料的平均低位发热值，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Nm³）；

FC_i 是核算和报告期内第 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Nm³）。

化石燃料的二氧化碳排放因子按公式（4）计算：

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

式中：

CC_i 为第 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）；

OF_i 为第 i 种化石燃料的碳氧化率，单位为%。

这部分给出了化石燃料燃烧产生温室气体排放的计算公式。水泥生产过程中熟料烧成、预处理等环节使用的化石燃料燃烧产生的排放、生产辅助设施使用的化石燃料燃烧产生的排放、厂内运输车辆运输过程中燃油消耗产生的排放均采用此公式计算。

每种化石燃料燃烧排放采用排放因子法计算，即排放量等于活动水平数据乘以二氧化碳排放因子。化石燃料燃烧排放根据每种化石燃料燃烧排放量累加计算得到。

2. 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值数据，如附录表1所示。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，化石燃料低位发热值检测应遵循《GB/T 213煤的发热量测定方法》、《GB/T 384石油产品热值测定方法》、《GB/T 22723天然气能量的测定》等相关标准。

与活动水平数据相关的参数有两个，分别为化石燃料消耗量统计数据 and 化石燃料平均低位发热值。

每种化石燃料的活动水平数据等于该种化石燃料核算和报告期内平均低位发热值乘以化石燃料净消耗量，此公式中活动水平数据以热量 GJ 作为单位。单位质量的化石燃料在完全燃烧时所发出的热量称为化石燃料的发热量，高位发热量是指 1kg 化石燃料完全燃烧时放出的全部热量，包括烟气中水蒸汽已凝结成水所放出的汽化潜热。从化石燃料的高位发热量中扣除烟气中水蒸汽的汽化潜热时，称化石燃料的低位发热值。活动水平数据计算过程中应注意单位换算。热量常用单位包括 kJ，MJ，GJ，TJ，1MJ=1000kJ；1GJ=1000MJ；1TJ=1000GJ。

在统计化石燃料消耗量数据时，要注意与核算和报告期相对应、且在确定的核算边界范围内进行。化石燃料消耗的数据是通过计量获取，计量数据的准确性直接影响活动水平数据的准确性，进而影响企业碳排放量计算的准确性。企业应按照《GB17167-2006 用能单位能源计量器具配备和管理通则》要求，配备完善

的三级计量，并按照要求对计量器具开展检定校准工作，以确保化石燃料计量数据的准确合理性。

一般情况下，当企业对化石燃料消耗量有完整的计量数据，且计量数据能够真实准确地反映企业燃料的实际消耗时，化石燃料的净消耗量直接采用计量数据；同时企业应保存化石燃料的年度购买量、初期库存量及期、库存量记录及其他用量，便于通过库存变化数据验证企业化石燃料净消耗量。购买量以采购单或财务结算单上的数据为准，库存变化数据采用计量工具读数或其他符合要求的方法来确定。计算公式为：化石燃料消耗量=期初库存量+当期购买量-期末库存量-其他用量。企业在获取化石燃料年度净消耗量的同时，还应注意控制数据流的传递，如获取煤的年度净消耗量计量数据时，应至少收集煤的月度消费计量台账数据累加得到年度消费量数据；通过期初末库存推算方式获取煤的年度消耗量数据时，应至少收集每批次煤的入库单，购煤合同，期初期末库存盘点记录。

化石燃料平均低位发热值可采用检测值，也可采用本《指南》附录二中表2.1给出的缺省值。当企业对化石燃料低位发热值的检测方法、检测频次符合《GB/T213煤的发热量测定方法》、《GB/T384石油产品热值测定法》、《GB/T22723天然气能量的测定》等相关标准中规定的对应化石燃料热值测定方法及检测频次，如每批入窑燃料都应检测低位发热值且全年检测数据可获取时，燃料低位发热值可取检测值，且应以入窑化石燃料收到基作为检测基础，取加权平均值作为该化石燃料品种的平均低位发热值。

3. 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(如附录2和表3所示)。

本《指南》中与排放因子相关的参数包括单位热值含碳量和碳氧化率。在排放量计算时，单位热值含碳量和碳氧化率的数据可采用缺省值。排放因子选取时，应根据化石燃料属性确定化石燃料的类别，选择与化石燃料类别对应的单位热值含碳量和碳氧化率的缺省值。如无烟煤和烟煤的热值存在差异，在选择时注意区

分。

每种化石燃料的二氧化碳排放因子等于该种化石燃料的单位热值含碳量乘以该化石燃料的碳氧化率乘以碳转换为二氧化碳的转换系数 44/12，单位为 tCO₂/GJ。

44/12 是碳转化成二氧化碳的系数，在排放因子计算时，注意不要遗漏。

（二）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 CO₂排放量按公式（5）计算：

$$E_{\text{燃烧}2} = \sum_i Q_i \times HV_i \times EF_i \times a_i \quad (5)$$

式中：

$E_{\text{燃烧}2}$ — 核算和报告期内替代燃料或废弃物中非生物质碳燃烧所产生的 CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

Q_i — 各种替代燃料或废弃物的用量，单位为吨（t）；

HV_i — 各种替代燃料或废弃物的加权平均低位发热值，单位为百万千焦/吨（GJ/t）；

EF_i — 各种替代燃料或废弃物燃烧的 CO₂排放因子，单位为吨 CO₂/百万千焦（tCO₂/GJ）；

a_i — 各种替代燃料或废弃物中非生物质碳的含量，单位为%；

i — 表示替代燃料或废弃物的种类。

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值、CO₂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，如表 4 所示。

替代燃料或废弃物中非生物质碳的燃烧排放属于燃烧排放，各种替代燃料或废弃物燃烧排放采用排放因子法计算，即排放量等于活动水平数据乘以二氧化碳排放因子。各种替代燃料或废弃物燃烧排放量累加计算得到企业替代燃料或废弃物中非生物质碳的燃烧排放。

各种替代燃料或废弃物的活动水平数据等于该种替代燃料或废弃物核算和报告期内加权平均低位发热值乘以该种替代燃料或废弃物的用量再乘以其中非生物质碳的含量，此公式中活动水平数据以热量 GJ 作为单位。

一般情况下，当企业对替代燃料或废弃物消耗量有完整的计量数据，且计量数据能够真实准确地反映企业的实际消耗时，替代燃料或废弃物用量直接采用计量数据；若实际入窑的替代燃料或废弃物用量数据不可获得时，也可采用替代燃料或废弃物入厂时的计量数据。

当企业有条件实测且测量的方法及频次、记录等符合相应标准要求时，各种替代燃料或废弃物的平均低位发热值、CO₂排放因子、非生物质碳的含量可采用实际检测值，若不具备实测条件，可选择采用本指南附录二表 4 提供的推荐值。

(三) 原料分解产生的排放

原料碳酸盐分解产生的CO₂排放量，包括三个部分：熟料对应的CO₂排放量；窑炉排气筒（窑头）粉尘对应的CO₂排放量；旁路放风粉尘对应的CO₂排放量。原料碳酸盐分解产生的CO₂排放量，可按公式（6）计算：

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

式中：

$E_{\text{工艺1}}$ — 核算和报告期内，原料碳酸盐分解产生的二氧化碳（CO₂）排放量，单位为吨（tCO₂）；

Q_i — 生产的水泥熟料产量，单位为吨（t）；

Q_{ckd} — 窑炉排气筒（窑头）粉尘的重量，单位为吨（t）；

Q_{bpd} — 窑炉旁路放风粉尘的重量，单位为吨（t）；

FR_1 — 熟料中氧化钙（CaO）的含量，单位为%；

FR_{10} — 熟料中不是来源于碳酸盐分解的氧化钙（CaO）的含量，单位为%；

FR_2 — 熟料中氧化镁（MgO）的含量，单位为%；

FR_{20} — 熟料中不是来源于碳酸盐分解的氧化镁（MgO）的含量，单位为%；

44/56 — 二氧化碳与氧化钙之间的分子量换算；

44/40 — 二氧化碳与氧化镁之间的分子量换算。

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。

碳酸盐的煅烧基本可以用两种方式计算，即生料法和熟料法。《指南》中采用熟料法计算碳酸盐的煅烧排放，即基于熟料产量，以 CaO 和 MgO 物料平衡为基础的特定排放系数的方法计算这部分排放量。

应用上述公式计算排放量时，应注意以下几点：1) 氧化钙、氧化镁的含量均使用相对值，即百分比含量；2) 氧化钙、氧化镁含量应扣除熟料中不是来源于碳酸盐分解产生的氧化钙、氧化镁部分；3) 44/56 为二氧化碳与氧化钙的分子量换算系数，44/40 为二氧化碳与氧化镁的分子量换算系数，在计算排放量时，不要忽略此项。

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。

在统计水泥熟料产量时，要注意与核算和报告期相对应、且在确定的核算边界范围内进行。一般情况下，采用生产记录数据确定其产量。企业对熟料产量应有完整、规范的生产记录，如月度生产报表等。

针对窑头粉尘重量、窑炉旁路放风粉尘的重量，企业可以采用生产记录数据根据物料衡算的方法计算散失的窑头粉尘重量、窑炉旁路放风粉尘重量作为该部分活动水平数据来源。若企业生产记录数据缺失或不完整，也可采用企业测量的数据，前提是应按《水泥工业大气污染物排放标准》（GB/T4915-2004）要求按地方环境保护行政主管部门规定安装连续监测装置进行测量，以保证测量数据的准确性，并取统计期内的平均值。通常以向环保部门缴纳排污费的结算数据为准，即排污报告上粉尘重量的数据作为其活动水平数据。

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。

水泥生产企业通常每几小时就会测定熟料中氧化钙、氧化镁、生料中非碳酸盐氧化钙、氧化镁含量，每天的日平均值记录形成质量日报表，日报表的平均值记录形成质量月报表，月报表的平均值记录形成质量年报表。测量内容、方法严格按照《建材用石灰石、石灰石和熟石灰化学分析方法》（GB/T5762-2012）规定的盐酸滴定法实施，即基于将 CaO 与 MgO 水化成氢氧化物，用盐酸标准溶液滴定。

进行温室气体排放核算与报告时，建议企业逐步规范氧化钙和氧化镁含量测量统计记录制度，形成加权平均值记录，使其更贴近企业真实值。

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计算，计算采用式（a）和（b）：

$$FR_{10} = \frac{FS_{10}}{(1-L) \times F_c} \dots\dots\dots (a)$$

$$FR_{20} = \frac{FS_{20}}{(1-L) \times F_c} \dots\dots\dots (b)$$

式中：

L ——生料烧失量，单位为%；

F_c ——熟料中燃煤灰分掺入量换算因子，取值为1.04；

注：数据引自HJ2519-2012。

FS_{10} ——生料中不是以碳酸盐形式存在的氧化钙（CaO）的含量，单位为%；

FS_{20} ---生料中不是以碳酸盐形式存在的氧化镁（MgO）的含量，单位为%。

（四）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。

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

式中：

- $E_{\text{工艺2}}$ — 核算和报告期内生料中非燃料碳煅烧产生的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；
- 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；
- FR_0 — 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；
- 44/12 — 二氧化碳与碳的分子量换算；

生料中含有少量的非燃料碳，生料中非燃料碳燃烧产生的 CO₂ 排放也属于工业生产过程排放。排放量等于活动水平数据乘以排放因子。活动水平数据等于生料数量乘以生料中非燃料碳含量。44/12 是碳转化成二氧化碳的系数，即为排放因子，排放量计算时注意不要忘记。

在统计生料数量时，要注意与核算和报告期相对应、且在确定的核算边界范围内进行。一般情况下，采用生产记录数据确定其产量。企业对生料应有完整、规范的生产记录。

生料中非燃料碳含量约为 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，未采用煤矸石、高碳粉煤灰等配料时，取低值。具备条件的企业，如建立完善的计量规章制度，配置相应专职人员，可依据《煤中碳和氢的测定方法》（GB/T476-2008）进行测量分析计算。

（五）净购入使用的电力和热力对应的排放

1. 计算公式

净购入使用的电力、热力（如蒸汽）所对应的生产活动的CO₂排放量按公式（8）计算。

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

式中：

$E_{\text{电和热}}$ 为净购入使用的电力、热力所对应的生产活动的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

$AD_{\text{电力}}$ 、 $AD_{\text{热力}}$ 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）；

$EF_{\text{电}}$ 、 $EF_{\text{热力}}$ 分别为电力和热力（如蒸汽）的CO₂排放因子，单位分别为吨CO₂/兆瓦时（tCO₂/MWh）和吨CO₂/百万千焦（tCO₂/GJ）。

一般来说，净购入使用电力和热力对应的排放被称为间接排放。这部分的排放源不在企业边界内，是由于企业对电力和热力的需求所产生边界外的排放。

新型干法水泥生产工艺往往不涉及热力需求，而且企业有大量的生产余热，所以通常不涉及外购热力使用的排放。

若水泥生产企业生产其他产品涉及外购热力使用的排放，在统计外购热力活动水平数据时，要注意公式中外购热力的单位。本《指南》中，外购热力的活动水平数据单位为吉焦（GJ），此为热量单位。企业在购买热力时，一般采用重量单位或体积单位进行计量，在计算活动水平数据时，要根据外购热力的品质将企业计量的数据折算成公式中所需要的活动水平数据（单位 GJ）。因此企业需获取外购热力（包括蒸汽和热水）的温度和压力，折算成热力的焓值，再进行活动水平数据计算。（对于热水，企业通常可直接监测热量，也可通过监测温度折算成热量，对于蒸汽，企业可直接监测热量，也可通过监测温度和压力折算成热量）

2. 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（热量）=购入量-水泥之外的其他产品生产的用电量（热量）-外销量（9）

电力、热力的购入数据来源有多种，如企业电表读数记录、热力表计量读数记录、结算单、采购发票等。企业可根据自身的实际运行情况选择某一活动数据来源。若采用企业计量数据，应确保相关计量器具的校准或检定符合相关标准要求。

企业生产水泥之外的其他产品过程的用电量（热量）属于本《指南》核算边界部分中其他产品生产的排放源范畴，不在此公式要求范围内。水泥之外的其他产品生产的用电量（热量）产生的排放，在进行相关行业的企业温室气体排放核算和报告时进行计算。

当水泥生产企业内存在其他法人单位消耗电量（热量），且其他法人单位使用的电量（热量）是采购自报告主体时，其他法人单位使用的电量（热量）属于外销量，外销量对应的排放值在总排放中应予以扣除。

3. 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 tCO₂/GJ 计，并根据政府主管部门发布的官方数据保持更新。

根据国家电网分布规划，将中国的电网划分为东北、华北、华东、华中、西北和南方电网。如某水泥企业处在华北电网，报告其 2014 年排放量时，根据本指南要求，应选用国家发展和改革委员会发布的《2011 年和 2012 年中国区域电网平均二氧化碳排放因子》中 2012 年的华北电网排放因子。

根据本指南的要求，热力排放因子选用 0.11 tCO₂/GJ，如果政府主管部门如

国家发展和改革委员会发布或更新官方数据，企业应适时对数据进行更新。

第四节 数据质量保证解析

数据质量保证工作是企业确保碳排放量核算数据的准确性，提升温室气体管理能力的重要手段。本节内容是对本《指南》中数据质量保证要求进行解析，指引企业在开展温室气体核算与报告工作的同时，采取多种措施实现对数据质量系统化地管理，确保企业核算和报告温室气体排放的系统得到有效实施和保持。

六、 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：

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。

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；

建立健全的温室气体排放和能源消耗的台账记录。

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值，应定期监测，原则上每批燃料进企业，都应监测低位发热值。

建立企业温室气体排放报告内部审核制度。

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。

温室气体排放数据质量管理工作需要参考 ISO9001 质量管理体系管理的思路，从制度建立、数据监测、数据流程监控、记录管理、内部审核等几个角度着手，建立健全企业温室气体排放数据流（数据的监测、记录、传递、汇总和报告等）的管控和数据质量管理工作，根据《指南》内容，企业主要开展的工作如下：

1、从管理层面上对温室气体排放核算和报告工作进行规范，首先在组织结构上进行保障，对此项工作指定管理机构，设置专人负责，并明确相关工作的职责和权限；制定规范性流程性管理文件，明确核算和报告工作的流程，及每个节点需完成的工作内容，对明确性的工作内容制定详细的工作方法，便于岗位人员尽快有效的完成，也有利于此项业务长期的可持续的进行。

2、对于排放源进行分类管理。原则上，企业对于所有排放源对应活动水平数据和排放因子都应该统一管理，严格确保数据的准确性，实际操作过程中，排放源类别也可根据排放占比情况进行排序分级，对不同排放源类别的活动水平数据和排放因子进行分类管理。以确保在合理范围内，有效的控制温室气体排放核算和报告的成本。

3、监测计划是确保活动水平数据和排放因子数据准确性的重要工具。企业要根据现有的监测条件，并结合现有计量器具和数据管理流程，提前制定每一个排放源的监测计划，内容包括消耗量、燃料低位发热值等相关参数的监测设备、监测方法及数据监测要求；数据记录、统计汇总分析等数据传递流程；定期对计量器具、检测设备和在线监测仪表进行维护管理等计量设备维护要求；并对数据缺失的行为制定措施，注意将每项工作内容形成记录。

4、温室气体数据记录管理体系是在监测计划的基础上，对其中所涉及的核算相关参数记录管理的要求。包括企业每个参数的数据来源，数据监测记录统计工作流转的时间节点，以及每个节点的相关责任人。注意要在数据流转时建立审核制度，建议对于每一份记录均设置记录人和审核人，并重视数据的溯源，确保企业不会因为存在多个流转环节而对数据的准确性产生影响。

5、在企业内部定期开展温室气体排放报告内部审核制度，是参考体系管理的思路，通过定期自查的方式，进一步确保温室气体排放数据的准确性。在选取活动水平数据和排放因子时，注意采用交叉校验的方式对同一组数据进行核对，从而识别问题点，并对可能产生的数据误差风险进行识别，并提出相应的解决方案。

如某企业为满足以上要求，可建立如《碳排放源识别管理程序》、《碳排放核算和报告程序》、《内审和管理评审控制程序》、《监视、测量和分析控制程序》、《能力、培训和意识控制程序》、《温室气体排放相关参数管理程序》、《计量设备检定校准管理程序》等文件开展数据质量保证工作。

第三章 水泥生产企业活动水平数据及排放因子的获取

第一节 典型活动数据的获取

水泥企业需要收集的典型活动数据包括：燃料燃烧的活动数据（化石燃料热量及消费量、替代燃料或废弃物的加权平均低位发热值、非生物质碳的含量及用量）、过程排放的活动数据（水泥熟料产量、生料的数量、窑炉排气筒（窑头）粉尘重量、旁路放风粉尘重量、生料中非燃料碳含量）、净购入使用的电力和热力生产排放的活动数据（外购电量和热力）三部分。

一、化石燃料活动水平数据

企业生产过程中消耗的燃料以化石燃料居多，化石燃料按存在状态可分为固态燃料、气态燃料和液态燃料。本节分别对三种化石燃料的活动数据获取做详细阐述，并分别以燃煤、天然气和液化石油气为例详细介绍每一类燃料活动数据，包括化石燃料消耗量和化石燃料低位发热值的获取及计量工作的优良做法，供企业在开展温室气体核算与报告时参考。表 3-1 是对化石燃料消耗量的监测流程及数据获取方式的描述，表 3-2 列出化石燃料低位发热值的获取方式。

表 3-1 化石燃料消耗量的监测流程及数据获取方式示例

参数名称	FC_i
单位	对固体或液体燃料，单位为吨（t）；对气体燃料，单位为万标立方米（ 10^4Nm^3 ）。
描述	核算和报告期内第 i 种燃料的净消耗量。
《指南要求》	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消耗量。
数据来源示例	1.燃煤： 根据《指南》要求，企业根据核算和报告期内燃煤消耗的计量数据来确定净消耗量，如企业入炉煤量记录或台帐；为了确保数据准确，企业可采用库存变化计算得到的消耗量数据进行验证： 即 燃煤消耗量=期初库存量+购买量-期末库存量-其他用量。 2.天然气： 根据本《指南》要求，企业根据核算和报告期内天然气消耗的计量

	<p>数据来确定净消耗量如企业天然气月度消耗记录或台帐，为了确保数据准确，企业可采用天然气结算单或发票数据进行验证；</p> <p>若是预付费情况，除连续测量每日记录外，还应利用天然气当月库存量、购买量及月末库存量，进行计算以验证数据的准确性。</p> <p>3.液化石油气：</p> <p>根据本《指南》要求，企业根据核算和报告期内液化石油气消耗的计量数据来确定净消耗量，企业可按以下两种方式获取消耗量：</p> <p>(1) 根据液化石油气的年度购买量以及年度库存的变化来推算实际消耗的数据。计算公式为：液化石油气消耗量=期初库存量+购买量-期末库存量-其他用量；</p> <p>(2) 若企业既无使用量统计数据，也无盘点及库存记录时，当液化石油气库存容量较小时，可采用购买量进行统计。</p>						
<p>监测方法示例</p>	<p>1.固体燃料（以燃煤为例）：</p> <p>监测方法：一般由经过定期校准/检定的计量设备测量获得，常用的计量设备如轨道衡、汽车衡、电子皮带秤等。</p> <p>(1) 入厂煤量：一般采用轨道衡、汽车衡进行测量。企业在使用轨道衡、汽车衡的同时，可辅以电子皮带秤或磅秤对入厂煤量进行复核。企业多采用汽车衡对入厂煤进行计量。汽车衡（地磅），是燃煤企业常见的计量工具。汽车衡的准确度较高，其计量的准确度最高可达0.1%。</p> <p>(2) 入炉煤量：常用计量设备为电子皮带秤。与汽车衡的准确度相比，电子皮带秤计量的最高准确度为一般为0.5%。</p> <p>(3) 燃煤库存量：燃煤库存量的计量可通过人工盘点或使用仪器（盘煤仪）的方式。人工盘点是通过密度和体积推算获得。常见库存煤盘点是将燃煤堆为规则外形，之后使用长度计量器具测量其边长，计算其体积。</p> <p>2.气体燃料（以天然气为例）</p> <p>监测方法：通过定期检定或校准的计量设备测量得到，常用计量设备为气体流量计。</p> <p>3.液体燃料（以液化石油气为例）：</p> <p>监测方法：通过定期检定或校准的计量设备测量得到，常用汽车衡、磅秤或加液枪；或采用标准重量钢瓶的允许充装量×钢瓶数量计算得到。</p> <p>一般情况下，企业内部对液化石油气采用标准重量钢瓶称装，或采用大型液化石油气罐储存，应符合《液化石油气瓶充装站安全技术条件》（GB17267-1998）中“9.钢瓶的充装量”的要求，具体如下：</p> <table border="1" data-bbox="609 1783 1283 2016"> <thead> <tr> <th>钢瓶型号</th> <th>重量充装允许偏差，kg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>YSP-2</td> <td>1.9±0.1</td> </tr> <tr> <td>YSP-5</td> <td>4.8±0.2</td> </tr> </tbody> </table>	钢瓶型号	重量充装允许偏差，kg	YSP-2	1.9±0.1	YSP-5	4.8±0.2
钢瓶型号	重量充装允许偏差，kg						
YSP-2	1.9±0.1						
YSP-5	4.8±0.2						

	<table border="1" data-bbox="608 192 1283 432"> <tr> <td>YSP-10</td> <td>9.5±0.3</td> </tr> <tr> <td>YSP-15</td> <td>14.5±0.5</td> </tr> <tr> <td>YSP-50</td> <td>49.0±1.0</td> </tr> </table> <p>(1) 液化石油气购入量：当采用标准钢瓶测量液化石油气的量时，对标准钢瓶的型号应进行监测，同时对照标准中给出的允许充装量获得购入量，若标准钢瓶中标注实际充装量，则可以直接读取；若液化石油气通过汽车槽车运送至企业时，购入量可通过汽车衡测量槽车前后重量获得；</p> <p>(2) 液化石油气使用量：当采用标准钢瓶称装液化石油气时，对已用标准钢瓶的型号和数量进行监测，并对照标准中给出的允许充装量，获得使用量；或直接读取标准重量钢瓶上标注的实际充装量。有的企业也采用加液枪进行测量；</p> <p>(3) 液化石油气库存量：当采用标准钢瓶称装液化石油气时，对库存的标准钢瓶的型号和数量进行测量，并对照标准中给出的允许充装量，获得库存量，对于未整瓶使用完的液化石油气，企业可根据实际情况通过称重或其它方式获得。若企业采用储气罐盛装液化石油气，可采用液位计计量储罐内充液高度，通过球罐公称体积和装量系数，计算出罐内液化石油气库存量。</p>	YSP-10	9.5±0.3	YSP-15	14.5±0.5	YSP-50	49.0±1.0
YSP-10	9.5±0.3						
YSP-15	14.5±0.5						
YSP-50	49.0±1.0						
<p>监测与记录频次示例</p>	<p>1.燃煤：</p> <p>入厂煤：每批次监测并记录，每月汇总，并指定专人校核，形成企业燃煤购入量月台帐或统计表。同时，相应保存燃煤购买合同、结算发票等。</p> <p>入炉煤：燃煤使用量若是通过电子皮带秤测量，每班记录，汇总形成每日台帐。若是通过煤车测量，每车记录，每班汇总，形成日台帐。指定专人校核，每月汇总，形成企业入炉煤量月台帐或统计表。</p> <p>库存量：每月盘库并形成月度库存量统计台帐。</p> <p>根据本标准要求，企业通常采用入炉煤量作为燃煤净消耗量进行温室气体排放核算与报告，为了提高企业数据质量，可采用如下方式对净消耗量进行验证。</p> <p>燃煤净消耗量=年初库存盘点量+入厂煤量-年末库存盘点量-其他燃煤用量。其中，其他燃煤用量包括转卖给其他企业的煤量。</p> <p>2.天然气：</p> <p>连续监测，每日或每月记录，形成日报表或台帐，并每月形成月度记录或台帐，且指定专人校核。同时，相应保存结算单、发票等，注意结算单发票日期与台帐日期不同产生的差异。</p> <p>对于采用预付费的情况，除连续测量每日记录外，企业还应在每月初记录当月库存量、购买量及月末库存量，并相应保存相关发票等。若存在外供的情况，应扣除当月的天然气外供量，即：</p> <p>天然气使用量=当月期初库存数-当月期末库存数+当月购买量-当</p>						

	<p>月天然气外销量</p> <p>在企业的日常运行管理中一般都有专门的生产运行部门协同财务统计天然气的消耗量。</p> <p>3.液化石油气：</p> <p>（1）购入量：每批次监测每批次记录；形成日报表或台帐，并每月形成月度记录或台帐，且指定专人校核。同时，相应保存发票等。</p> <p>（2）使用量：对于使用储气罐，每次监测并记录，形成日报表或台帐，并每月形成月度记录或台帐，且指定专人校核。对于小型液化石油罐，每批次监测每批次记录；形成日报表或台帐，并每月形成月度记录或台帐，且指定专人校核。</p> <p>（3）库存量：每月监测并记录，形成月度库存量统计台帐。</p> <p>如某企业购买液化石油气，液化石油气到厂后，企业设置专门的统计管理部门（如生产部）对液化石油气的购入量进行计量并形成购入量记录（一般称为过磅单），将每月过磅单进行汇总，形成入库记录，报送公司财务部门和相应主管部门，由财务部门会同主管部门对照入库记录、供应商提供的发票对液化石油气购入量进行结算并入账。领用记录宜由领用人员签字记录，液化石油气库管理人员负责对领用人签字记录进行现场确认，并核准签字。物资统计管理人员每月汇总数据形成液化石油气出库记录，报公司生产统计部门与财务部门。财务部门可根据月度出库记录，与采购量进行对照，确认使用量和采购量是否匹配，同时形成月度的液化石油气进、销库存表。每年年初，财务部门会同生产部门及使用部门对液化石油气库存量进行盘点，得出库存记录，由参与盘点的部门人员进行签字确认。数据传递过程中形成的每个记录设置记录人员、校对人员或审核人员，以确保数据的真实性与准确性。</p>
--	---

表 3-2 化石燃料低位发热值的获取方式示例

参数名称	NCV_i
单位	对固体或液体燃料，单位为吉焦/吨（GJ/t）；对气体燃料，单位为吉焦/万标立方米（GJ/10 ⁴ Nm ³ ）。
描述	核算和报告期内燃料的平均低位发热值
《指南要求》	企业可选择采用本指南提供的化石燃料平均低位发热值数据，如附录表 1 所示。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，化石燃料低位发热值检测应遵循《GB/T 213 煤的发热量测定方法》、《GB/T 384 石油产品热值测定方法》、《GB/T 22723 天然气能量的测定》等相关标准。
数据来源示例	<p>1.燃煤：</p> <p>（1）选择采用本《指南》提供的燃料平均低位发热值数据；</p> <p>（2）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监测，</p>

	<p>监测频次超过一次的，采用加权平均获得。</p> <p>2.天然气：</p> <p>（1）选择采用本《指南》提供的燃料平均低位发热值数据；</p> <p>（2）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监测，监测频次超过一次的，可采用算术平均值。</p> <p>3.液化石油气：</p> <p>（1）液化石油气通常用于辅助生产设施，如叉车，食堂灶具等。液化石油气产生的排放量在总排放量所占比例较小，企业多选择采用本《标准》提供的燃料平均低位发热值数据；</p>
<p>监测程序示例</p>	<p>1.燃煤：</p> <p>监测方法：参照 GB/T213《煤的发热量测定方法》，一般采用标准苯甲酸标定过的氧弹热量计进行燃煤样品的恒容高位发热量的测定，并计算出燃煤的低位发热值。</p> <p>监测和记录频次：至少每批次进行一次监测并记录。</p> <p>2.天然气：</p> <p>监测方法：参照 GB/T22723《天然气能量的测定》中给定的测定方法。</p> <p>监测和记录频次：当天然气来源未发生变化时，监测频次可一次或多次，企业宜制定天然气平均低位发热值监测管理要求，在实际运行中，根据要求执行。</p> <p>3.液化石油气：</p> <p>监测方法：参照 GB/T384《石油产品热值测定法》中给定的测定方法。</p> <p>监测和记录频次：至少每批次进行一次监测并记录。</p>

二、 过程排放的活动水平数据

依据本《指南》，水泥生产企业过程排放包括原料中碳酸盐分解产生的排放及生料中非燃料碳煅烧的排放。原料中碳酸盐分解产生的排放基于熟料法进行计算，包括熟料对应的 CO₂ 排放量、窑头粉尘和旁路放风粉尘对应的 CO₂ 排放量。国内大部分水泥生产企业工艺不涉及旁路放风粉尘对应的 CO₂ 排放量。根据《指南》要求，熟料中氧化钙、氧化镁含量、熟料中不是来源于碳酸盐分解的氧化钙、氧化镁含量，均采用企业测量的数据。其中熟料氧化钙和氧化镁质量分数、生料烧失量应严格遵循（GB/T176-2008）《水泥化学分析方法》的相关规定进行测量，如每日检测一次，每日的检测数据进行加权平均，加权年平均计算氧化钙和

氧化镁质量分数；最后将得到的氧化钙和氧化镁质量分数和生料烧失量按照本解析中给出的公式（a）和（b）计算熟料中不是来源于碳酸盐分解的氧化钙和氧化镁含量。生料中非燃料碳煅烧的排放基于质量平衡法进行计算。即生料的数量乘以生料中非燃料碳含量乘以二氧化碳与碳的数量换算系数计算得到。

鉴于水泥生产企业生料中非燃料碳煅烧的排放占企业总排放的比例较小，本节仅以水泥熟料产量为例对水泥生产过程中过程排放涉及的活动数据获取及计量过程进行阐述。

表 3-3 水泥熟料产量的获取方式示例

参数名称	Q
单位	吨（t）
描述	生产的水泥熟料产量
《指南》要求	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；也可采用企业测量的数据。
数据来源	根据本《指南》要求，企业根据核算和报告期内企业的生产记录数据来确定生产的水泥熟料产量，如库存变化量记录或台帐；为了确保数据准确，企业可采用依据生料喂料量和生熟料料耗比计算得到的水泥熟料产量数据进行验证。 生产的水泥熟料量=期末库存量-期初库存量-外购量+外售量。
监测方法示例	企业生产的水泥熟料量不能通过直接监测计量的方式获得。目前国内对水泥熟料量的监测通常是通过库存变化量的方式推算得到。 监测方法：熟料库设置刻度尺，一般根据读取刻度数推算熟料库存量，然后根据公式：外购熟料量+期初库存+生产的水泥熟料-外售熟料=期末库存计算生产的水泥熟料。 外购熟料量：企业多采用地磅计量外购的熟料量； 外售熟料量：企业多采用地磅计量外售的熟料量； 库存变化量：根据熟料库熟料堆刻度差和熟料库底面积推算得到；
监测与记录频次示例	每月监测，每月记录 外购熟料量：每批监测并记录，每月汇总，并指定专人校核，形成企业外购熟料量月台帐或统计表。 外售熟料量：每批监测并记录，每月汇总，并指定专人校核，形成企业外售熟料量月台帐或统计表。 库存变化量：每月盘库并形成月度库存量统计台帐或月度报表。

	根据本指南要求，企业通常采用核算和报告期内企业的生产记录数据进行温室气体排放核算与报告，为了提高企业数据质量，可根据入窑喂料量生产记录数据及生熟料料耗比折算得到的生产熟料产量与上述监测方法得到的数据进行验证。
--	--

三、电力和热力的活动水平数据

电力和热力产生的排放一般称为间接排放，排放源不在企业边界内，但是由于企业生产运行使用所间接引起的排放。根据本《指南》，电力和热力活动数据仅涉及净购入使用的电力和热力。鉴于水泥生产企业通常不涉及外购热力，下文仅以净购入电力为例，对活动水平数据的获取和计量方式进行解析。

表 3-4 购入电量获取方式示例

参数名称	AD 电力
单位	兆瓦时 (MWh)
描述	核算和报告期内购入电力量
《指南》要求	核算和报告年度内的净外购电量，是企业购买的总电量扣减企业外销的电量。活动数据以企业的电表记录的读数为准，也可采用供应商提供的电费发票或者结算单等结算凭证上的数据。
数据来源示例	根据本《指南》要求，以企业电表记录的读数为准，也可采用核算和报告期内电力供应商、企业存档的购售结算凭证数据。此时应注意两者由于记录日期不同会导致电量数据的差异。
监测方法示例	企业对电力统一采用电能表进行计量，并应符合《GB17167-2006 用能单位能源计量器具配备与管理通则》的要求。
监测与记录频次示例	<p>连续监测，按月记录。电能表的监测和记录频次在企业能源消耗统计管理制度上做出详细规定，并严格按照制度执行。</p> <p>企业购入电量通过日统计台帐记录获得，指定专人进行校核，每月汇总，形成月统计报表或台帐。同时保存购入电力结算单、发票等。</p> <p>结算电能表由供应商负责管理，企业高压配电房运行人员每日对结算电表进行定期抄表，形成抄表记录，由抄表人员签字确认，并统计每月电力购入量，与供应商提供的电力结算单上电量进行比对，以核对结算单上外购电量的准确性。</p> <p>企业电力统计人员严格按照内部能耗统计管理制度要求，对于二级、三级电能表进行读取并记录。能源管理人员可按照周、月、季度和年份进行汇总，数据用于企业主要工序、主要设备的电耗分析。</p>

第二节 排放因子数据的获取

水泥生产企业温室气体排放核算涉及的排放因子包括：燃料燃烧的排放因子（单位热值含碳量和碳氧化率）、电力、热力的排放因子（电力排放因子和供热排放因子）两部分。

1.根据本《指南》要求，燃料单位热值含碳量和碳氧化率可采用标准附录所列推荐值。具备条件的企业也可委托有资质的专业机构进行检测，检测应遵循国家、行业或地方标准中对各项内容（如试验条件、试剂、材料、仪器设备、测定步骤和结果计算等）的规定，并保留检测数据。

2.根据本《指南》要求，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，选用国家主管部门公布的适应核算和报告期的相应区域电网排放因子。热力排放因子可取推荐值 0.11 tCO₂/GJ，并根据政府主管部门发布的官方数据保持更新。

下表列出了国家发展和改革委员会公布的 2010 年~2012 年区域电网平均二氧化碳排放因子：

表 3-5 2010 年~2012 年中国区域电网平均二氧化碳排放因子*

电网名称	2010 年排放因子 (tCO ₂ /MWh)	2011 年排放因子 (tCO ₂ /MWh)	2012 年排放因子 (tCO ₂ /MWh)
华北区域电网	0.8845	0.8967	0.8843
东北区域电网	0.8045	0.8189	0.7769
华东区域电网	0.7182	0.7129	0.7035
华中区域电网	0.5676	0.5955	0.5257
西北区域电网	0.6958	0.6860	0.6671
南方区域电网	0.5960	0.5748	0.5271

*注：当国家主管部门对区域电网平均二氧化碳排放因子进行调整时，应以最新公告为准。

第三节 通用计量设备的管理

合格的计量设备是保证企业温室气体排放数据真实可信的最基本条件。企业生产中使用的测量设备，一方面要按照国家及行业的相关标准规范进行配备，另一方面企业应该按照对应的校准及检定规程对其进行管理，如定期进行检定。根据《计量法》第九条的规定，强制检定是指对社会公用计量标准器具，部门和企业、事业单位使用的最高计量标准器具，以及用于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测四个方面的列入强制检定目录的工作计量器具，由县级以上政府计量行政部门指定的法定计量检定机构或者授权的计量技术机构，实行定点、定期的检定。本节对企业在生产过程中常用计量设备的管理及要求进行简要阐述。

一、 企业常用计量设备

1.衡器

水泥企业常用衡器有汽车衡、电子皮带秤。

(1)汽车衡

也称为地磅，是厂矿、商家等用于大宗货物计量的主要称重设备。汽车衡标准配置主要由承重传力机构(秤体)、高精度称重传感器、称重显示仪表三大主件组成，由此即可完成汽车衡基本的称重功能，也可根据不同用户的要求，选配打印机、大屏幕显示器、电脑管理系统以完成更高层次的数据管理及传输的需要。

(2)电子皮带秤

电子皮带秤是对包括 ICS 电子皮带秤（又名通过式皮带秤）、定量给料机、DGP 吊挂式皮带秤等在内的所有皮带秤的一个总称。ICS 皮带秤是指安装在长的输送皮带架上的单独的一个称重装置，它只有称重架、传感器和仪表组成，没有驱动电机等级动力装置，它只对输送皮带上通过的物料作称重累计作用，不控制物料流量的大小。定量给料机是有环形皮带、秤架、电机、称重和测速传感器等组成的一个整体，它是集称重计量与流量控制于一体的连续称重设备，也叫调速

秤。DGP 吊挂秤是指用称重传感器把整个（包括环形皮带、秤架、电机、传感器等）秤体吊挂起来的一种连续称量装置，它的特点是整个称体吊挂不受其它因素影响，所以计量精度高，还可根据流量控制给料装置的给料速度以达到定量给料的目的。

(3)转子秤

给料机由调压板和隔板分隔成受料腔、均压腔、计量腔三部分。进入受料腔的粉体在搅拌叶的作用下，经调压板落料口进入均压腔，在均压腔内经搅拌、调压以一定密度经隔板落料口进入计量腔，计量腔中有多个分格，粉体物料以一定密度在这些分格中均匀分布，通过转子的旋转，实现容积方式给料。当物料由给料机均匀喂入转子秤，转子旋转将物料由进料口带至出料口。由于行进中的物料偏离支承轴线，即对轴线产生一转矩，这个转矩被称重传感器作为支反力测得，由于力臂为固定值，因此力的大小与转子中的物料总量成正比。同时测速传感器测出转子的转速。将这些参量送入处理器进行运算处理，并自动调节转子的转速，实现物料的定量给料与计量。水泥生产企业常见的转子秤有菲斯特转子秤、申克秤。

2.电能表

按照工作原理分，常见电能表主要包括感应式和静止式。

(1)感应式电能表

利用固定交流磁场与该磁场在可动部分的导体所感应的电流之间的作用力而工作的仪表。

(2)静止式电能表

又称为电子式，是由电流和电压作用于固态(电子)器件而产生与被测有功电能成比例的输出量的仪表。

3.流量计

(1)涡轮流量计

利用置于流体中的叶轮感受流体平均速度来测量流体流量的流量计。与流量成正比的叶轮转速通常有安装在管道外的检出装置检出。涡轮流量计由涡轮流量传感器和显示仪表组成。

(2)电磁流量计

利用导电流体在磁场中流动所产生的感应电动势推算并显示流量的流量计。通常由电磁流量传感器、转化器、显示仪组成。

(3)超声波流量计

利用超声波在流体中的传播特性来测量流量的流量计。

二、企业的能源计量器具配备要求

企业在生产运行中，计量设备的配备应遵循（GB 17167-2006）《用能单位能源计量器具配备和管理通则》的相关规定。通则中对能源计量器具配备率提出了以下要求：

表 3-6 能源计量器具配备率要求（单位：%）

能源种类		进出用能单位	进出主要次级用能单位	主要用能设备
电力		100	100	95
固态能源	煤炭	100	100	90
	焦炭	100	100	90
液态能源	原油	100	100	90
	成品油	100	100	95
	重油	100	100	90
	渣油	100	100	90
气态能源	天然气	100	100	90

	液化气	100	100	90
	煤气	100	90	80
载能工质	蒸汽	100	80	70
	水	100	95	80
可回收利用的余能		90	80	

用能单位的能源计量器具的准确度等级应满足以下的要求：

表 3-7 用能单位能源计量器具准确度等级要求

计量器具类别	计量目的		准确度等级
衡器	进出用能单位燃料的静态计量		0.1
	进出用能单位燃料的动态计量		0.5
电能表	进出用能单位有功交流电能计量	I类用户	0.5S
		II类用户	0.5
		III类用户	1.0
		IV类用户	2.0
		V类用户	2.0
	进出用能单位的直流电能计量		2.0
油流量表（装置）	进出用能单位的液体能源计量		成品油 0.5
			重油、渣油 1.0
气体流量表（装置）	进出用能单位的气体能源计量		燃气 2.0
			天然气 2.0
			蒸汽 2.5

三、企业的能源计量器具校准与检定要求

1.衡器

根据《重力式自动装料衡器（定量自动衡器）》(JJG 564-2002)，《数字式指示秤检定规程》（JJG 539-1997），检定周期最长为 1 年。

2.电能表

电能表的校准与检定可以参照《电能计量装置技术管理规程》（DL/T 448-2000）的说明进行。根据该规程，新投运或者改造后的 I、II、III、IV、类高压电能计量装置应在 1 个月内进行首次现场检验。I 类电能表至少每 3 个月现场检验一次；II 类电能表至少每 6 个月现场检验一次；III 类电能表至少每年现场检验一次。

而对于周期检定（轮换），运行中的 I、II、III 类电能表的轮换周期一般为 3~4 年。运行中的 IV 类电能表的轮换周期为 4~6 年。

3.流量计

依据《速度式流量计检定规程》（JJG 198-1994），对于流量计，依据其准确度等级的不同，其检定周期要求也不同。准确度等级为 0.1、0.2、0.5 级的流量计，其检定周期为半年。对准确度等级低于 0.5 级的流量计按其工作原理确定检定周期：分流旋翼式流量计为 1 年；涡轮流量计、涡街流量计、旋进旋涡流量计、电磁流量计为 2 年；超声波流量计、激光多普勒流量计为 3 年；插入式流量计按照与其测量头工作原理相同的流量计的检定周期执行。

第四章 水泥生产企业温室气体核算与报告案例

第一节 案例描述

一、企业概述

某市 A 水泥有限公司是一家水泥生产骨干企业，主要产品为 P.C32.5 和 P.O42.5 两种硅酸盐水泥，位于市工业园区。企业现有 2500t/d 熟料生产线和 3200t/d 熟料生产线各一条，员工 1000 多名。由于工业园区离市区较远，企业有家属区。工厂设置有通勤班车 10 辆，用于工作日上下班往返于市区及园区。企业建立有自己的销售网络，销售网点分布全国，在全国 20 个省市设置有销售处。企业共有 10 辆商务车。

二、主要生产工艺流程

企业水泥生产线从原料到熟料成品出厂，经过原料破碎、粉磨、生料烧成、熟料冷却、水泥粉磨及包装运输等生产环节工序具体工艺流程如下图。企业生产所使用原料为外购，烘干原料使用的是热风炉，消耗的燃料为煤。企业不存在向外供电、供热的情况。

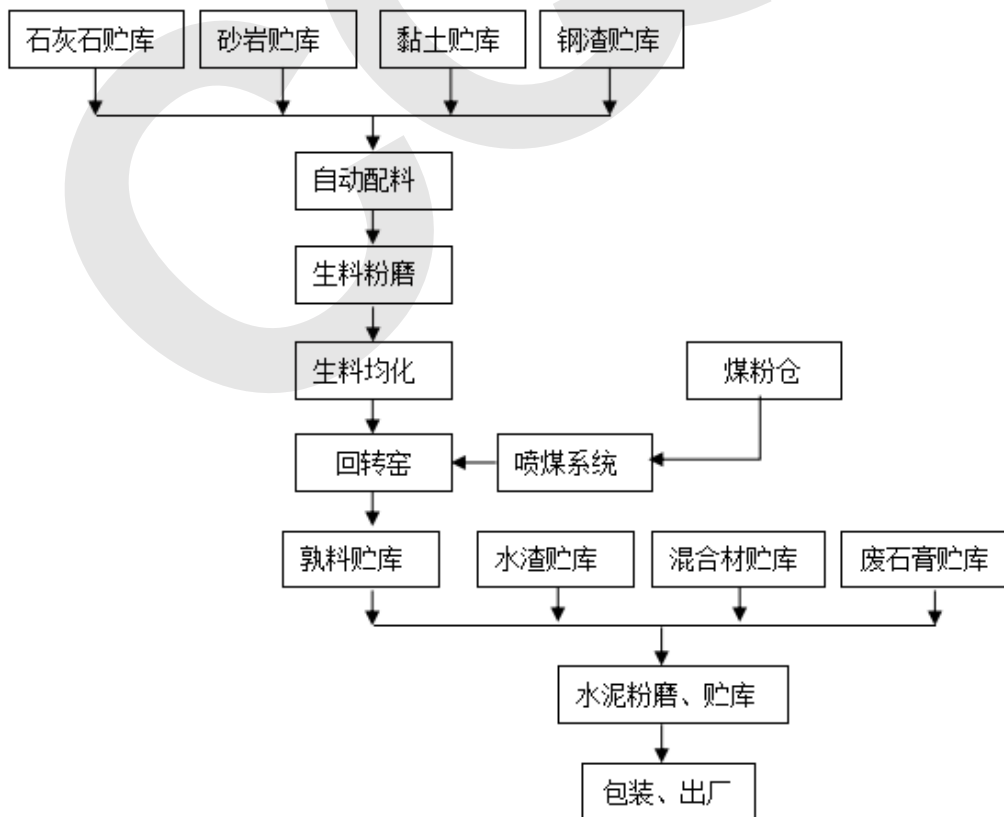


图 4.1 A 水泥企业生产工艺流程图

三、主要设备

表 4-1 企业主要耗能设备

编号	设备名称	型号规格	能源消耗品种	数量
1	破碎机	800kW	电力	1
2	破碎机	900kW	电力	1
3	生料粉磨机	3550kW	电力	1
3	生料粉磨机	2500kW	电力	1
4	回转窑	4.0×60m	烟煤	1
5	回转窑	4.3×60m	烟煤	1
6	水泥磨	3250kW	电力	1
7	水泥磨	2500kW	电力	1
8	厂内叉车	/	柴油	10
9	通勤班车	/	柴油	10
10	公务车	/	汽油	10
11	厨房炉灶	/	液化石油气	3

四、企业能源计量设备配备情况

公司设置专门的部门负责全公司的能源管理、能源统计等工作。在能源器具配备情况上，公司一级能源计量器具配备率 100%，部分配备了二级能源计量器具。具体配备情况见下表：

表 4-2 计量器具配备表

级别	名称	要求配备数/件	实际配备数/件	配备率	安装位置	备注
I	电子汽车衡	1	1	100%	厂区入口	
II	地磅	4	4	100%	仓库	
I	电能表	1	1	100%	厂配电房	电力局两路进线

I	电能表	1	1	100%	厂配电房	电力局两路进线
II	电能表	21	21	100%	厂配电房	
其中： 宿舍楼配备 1 块二级电度表，测量宿舍楼电量消耗； 食堂配备 1 块二级电度表，测量食堂电量消耗；						

五、企业能源及原材料消耗

企业在生产生活中使用的能源品种主要有：烟煤、柴油、液化石油气、电力。

1. 烟煤

烟煤为企业主要消耗的生产能源之一，主要用于回转窑，不存在外供现象。

2013 年，企业烟煤消耗统计如下：

表 4-3 2013 年烟煤消耗与库存统计（单位：吨）

月份	当月计量消费量
1	2655
2	5434
3	3551
4	6809
5	4791
6	4238
7	7542
8	6877
9	6944
10	8850
11	6122

12	4104
合计	67917

2.柴油

柴油主要供以下设施使用：通勤班车及厂区内运送材料的叉车等使用。2013年柴油消耗记录如下：

表 4-4 2013 年柴油消耗与库存统计（单位：吨）

月份	当月消耗量	其中：通勤班车柴油消耗统计
1	10.8	1.2
2	2.9	0.8
3	20.2	1.3
4	2.9	1.5
5	1.0	1
6	20.2	1.3
7	1.0	1
8	0.0	0
9	27.1	0.9
10	3.8	1.4
11	2.9	1.4
12	2.7	1.3
合计	95.5	13.1

3.液化石油气

由于工业园区还未大规模铺设燃气管道，企业工厂内的食堂消耗的能源为液化石油气。液化石油气规格为 50kg 的大瓶液化气罐。食堂采取按需采购，基本上没有库存。2013 年，企业统计的液化石油气采购情况如下：

表 4-5 2013 年液化石油气消耗与库存统计 (单位: 瓶)

月份	期初库存	本月购进	期末库存	当月消耗量
1	0	25	0	25
2	0	20	0	20
3	0	21	0	21
4	0	30	0	30
5	0	35	0	35
6	0	32	0	32
7	0	28	0	28
8	0	31	0	31
9	0	30	0	30
10	0	28	0	28
11	0	33	0	33
12	0	30	0	30
合计	\	343	\	343

4. 电力

企业厂区消耗的电力主要通过两路进线保证供应。每一路进线上安装有一块电能表进行计量。企业内部根据车间分安装有 2 级计量电表。企业无输出电力。2013 年, 企业月电力消耗统计记录如下:

表 4-6 2013 年电力消耗统计 (单位: 万 kWh)

月份	电能表 1	电能表 2	当月电力消耗	其中: 家属区电力消耗统计
1	162.24	108.16	270.40	2.30
2	101.40	67.60	169.00	2.00
3	202.80	135.20	338.00	1.80
4	141.96	94.64	236.60	1.62
5	121.68	81.12	202.80	1.69
6	223.08	148.72	371.80	1.46
7	202.80	135.20	338.00	1.96

8	202.80	135.20	338.00	2.22
9	263.64	175.76	439.40	1.91
10	182.52	121.68	304.20	1.87
11	121.68	81.12	202.80	1.58
12	101.40	67.60	169.00	1.55
合计	2028.00	1352.00	3380.00	21.96

5.原材料消耗及产品产量

公司主要的原辅材料有石灰石、黏土、砂岩和钢渣等。2013 年企业主要原料相关统计数据为：

公司使用的各原料的主要成分如下表所示：

表 4-7 2013 年原材料、产品产量一览（单位：吨）

月份	生料量	熟料产量	窑头粉尘	熟料中氧化钙含量（%）	熟料中氧化镁含量（%）
1	62731	40900	627	53%	4.3%
2	18425	11500	184		
3	65031	43000	650		
4	61779	40200	618		
5	65290	40400	653		
6	55667	36030	557		
7	57650	36460	577		
8	43746	28600	437		
9	38815	25000	388		
10	51607	31980	516		
11	46615	30440	466		
12	52558	34200	526		
合计	619914	398710	6199	211316.30	17144.53

注：熟料中氧化钙、氧化镁含量为汇报期加权平均质量分数

第二节 温室气体排放报告

水泥生产企业温室气体排放报告

报告主体（盖章）：A 水泥有限公司

报告年度：2013 年

编制日期：2014 年 2 月 5 日

本报告主体核算了 2013 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：

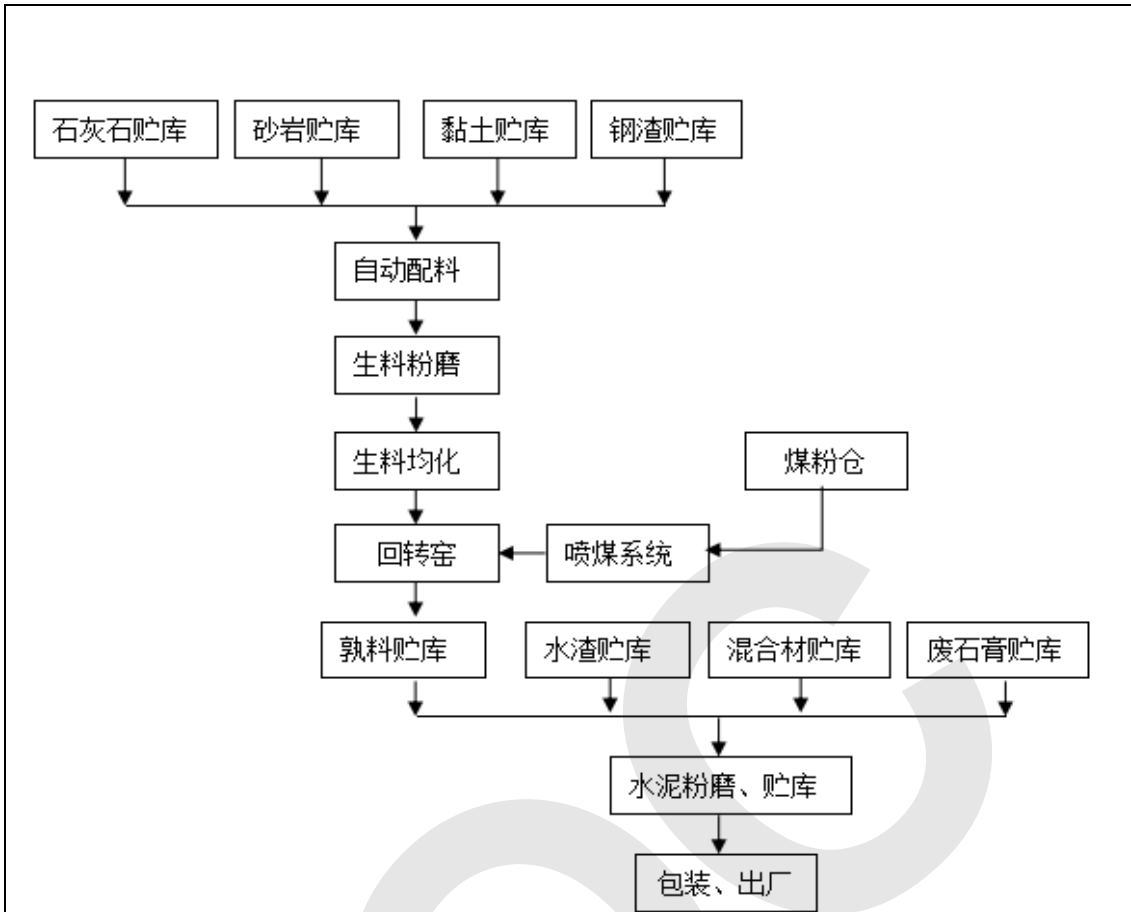
一、企业基本情况

报告主体名称	A 水泥有限公司		
组织机构代码证		法定代表人	
单位性质		所属行业	
填报负责人		联系方式（电话、email）	
联系人		联系方式（电话、email）	
二氧化碳排放报告年度	2013 年		

A 水泥有限公司（下称本企业）组织机构代码为 607XXXXX，注册地址为 B 市工业园区 311 号，是一家集生产、开发、贸易为一体的民营高科技型企业。企业属于水泥生产行业，由法定代表人 XXX 和 XXX 按 40%、60% 的出资比例组建，于 2008 年成立。主要产品为 P.C32.5 和 P.O42.5 两种硅酸盐水泥，至 20XX 年底，企业拥有总资产 9796 万元，员工 1100 人。

本企业只有一个生产产地，即 B 市工业园区 311 号。企业拥有自己的销售网络，销售网点分布全国。

企业水泥生产线从原料到熟料成品出厂，包括原料破碎、粉磨、生料烧成、熟料冷却、水泥粉磨及包装运输等生产环节工序。



二、温室气体排放

根据本《指南》，企业 CO₂ 排放总量使用下式进行计算：

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

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

本年度，企业 CO₂ 排放总量为：

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

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

$$= 124984 + 187767 + 29694$$

$$= 342445 \text{ tCO}_2$$

具体的排放计算见以下说明。

1. 燃料燃烧排放

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

报告期内，本企业的燃料包括烟煤、柴油及液化石油气：

燃料种类	活动数据 (AD_i)	排放因子 (EF_i)	燃料 CO ₂ 排放 ($E_{\text{燃烧}}$)
	GJ	tCO ₂ /GJ	tCO ₂
烟煤	1329135	0.0938	124673
柴油	3514.5	0.0733	257
液化石油气	861	0.0628	54
合计	/	/	124984

2.过程排放

本企业过程排放计算公式如下：

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

报告期内，企业原料分解产生的排放计算如下（由于企业在汇报期末对熟料中不是来源于碳酸盐分解的 CaO 和 MgO 含量进行测定，因此取 0）。

熟料产量 (Q_i)	窑头粉尘重量	熟料中氧化钙 (FR_1)	熟料中氧化镁 (FR_2)	原料碳酸盐分解产生的排放 ($E_{\text{工艺1}}$)
吨	吨	%	%	tCO ₂
398710	6199	53	4.3	187767

3.购入电力和热力对应的排放

该排放计算如下：

$$E_{\text{购入电}} = AD_{\text{购入电}} \times EF_{\text{电}}$$

$$E_{\text{购入热}} = AD_{\text{购入热}} \times EF_{\text{热}}$$

报告期内本企业没有外购热力消耗，只有外购电力消耗。其排放计算如下：

购入电力量 ($AD_{\text{电力}}$)	排放因子 ($EF_{\text{电力}}$)	购入电力所对应 CO ₂ 排放量 ($E_{\text{购入电}}$)
MWh	tCO ₂ /MWh	tCO ₂
33580	0.8843	29694

三、活动数据及来源说明

1. 燃料活动数据

报告期内，本企业燃料活动数据及来源说明如下：

(1) 烟煤

烟煤通过计量数据记录获得。报告期内不存在外销量。烟煤的低位发热值来源于标准附录中的推荐值。具体数据如下：

月份	当月消耗量 (FC)	低位发热值	活动数据 (AD)
	t	GJ/t	GJ
	D	E	F=D*E
1	2655	19.570	1329135
2	5434		
3	3551		
4	6809		
5	4791		
6	4238		
7	7542		
8	6877		
9	6944		
10	8850		
11	6122		
12	4104		
合计	67917		

(2) 柴油

柴油消费量通过企业内部加油记录获得。报告期内不存在外销量。柴油的低位发热值来源于标准附录中的推荐值。具体数据如下：

月份	当月加油量	其中：通勤班车柴油消耗统计	应报告的柴油油量 (FC)	低位发热值	活动数据 (AD)
	t	t	t	GJ/t	GJ
	D	E	F=D-E	G	H=F*G
1	10.8	1.2	9.6	42.652	3514.5
2	2.9	0.8	2.1		
3	20.2	1.3	18.9		
4	2.9	1.5	1.4		
5	1.0	1	0.0		
6	20.2	1.3	18.9		
7	1.0	1	0.0		
8	0.0	0	0.0		
9	27.1	0.9	26.2		
10	3.8	1.4	2.4		
11	2.9	1.4	1.5		
12	2.7	1.3	1.4		
合计	95.5	13.1	82.4		

(3) 液化石油气

企业购买的液化石油气主要为食堂灶具使用。灶具使用的液化石油气为罐装，每罐净重 50kg。企业当月购买的液化石油气基本满足当月需求，无库存。液化石油气对应的低位发热值来源于标准附录中的推荐值。具体统计数据如下：

月份	期初库存	本月购进 (瓶)	期末库存	当月消耗量
1	0	25	0	25

2	0	20	0	20
3	0	21	0	21
4	0	30	0	30
5	0	35	0	35
6	0	32	0	32
7	0	28	0	28
8	0	31	0	31
9	0	30	0	30
10	0	28	0	28
11	0	33	0	33
12	0	30	0	30
合计	/	343	/	343
液化石油气消耗量 (t)	17.15			
低位发热值 (GJ/t)	50.179			
活动数据 (GJ)	861			

2.原料活动数据

报告期内企业的水泥熟料产量来源于生产记录数据。熟料中氧化钙和氧化镁的含量为企业实际测量数据。企业在此未测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。详细数据记录如下：

月份	生料量(吨)	熟料产量(吨)	熟料中氧化钙含量	熟料中氧化镁含量
1	62731	40900	53%	4.3%
2	18425	11500		
3	65031	43000		
4	61779	40200		
5	65290	40400		
6	55667	36030		
7	57650	36460		
8	43746	28600		
9	38815	25000		
10	51607	31980		
11	46615	30440		
12	52558	34200		
合计	619914	398710	211316.30	17144.53

3.购入电力的活动数据

报告期内企业不存在输出电力的情况。企业的外购电力数据来源于每月的电力结算单据。根据指南，本企业家属区的用电量应从总电量中扣除。家属区的用电量通过企业安装的2级电表进行计量。电力排放因子来源于国家发改委公布的数据。具体数据如下：

月份	电能表1	电能表2	当月电力消耗	其中：家属区电力消耗统计	企业应汇报的电力消耗 (AD _{购入电力})
	万度	万度	万度	万度	兆瓦时
			A	B	D= (A-B) *10

1	162.24	108.16	270.40	2.30	2681
2	101.40	67.60	169.00	2.00	1670
3	202.80	135.20	338.00	1.80	3362
4	141.96	94.64	236.60	1.62	2350
5	121.68	81.12	202.80	1.69	2011
6	223.08	148.72	371.80	1.46	3703
7	202.80	135.20	338.00	1.96	3360
8	202.80	135.20	338.00	2.22	3358
9	263.64	175.76	439.40	1.91	4375
10	182.52	121.68	304.20	1.87	3023
11	121.68	81.12	202.80	1.58	2012
12	101.40	67.60	169.00	1.55	1675
合计	2028.00	1352.00	3380.00	21.96	33580

四、排放因子数据及来源说明

1. 燃料燃烧排放因子

(1) 烟煤

烟煤的单位热值含碳量、碳氧化率等均采用标准附录中的推荐值。

CC_i	OF_i		EF_i
tC/GJ	%		tCO ₂ /GJ
A	B	C	D=A*B*C
0.0261	98	44/12	0.0938

(2) 柴油

柴油的单位热值含碳量、碳氧化率等均采用标准附录中的推荐值。

<i>CCi</i>	<i>OFi</i>		<i>EFi</i>
tC/GJ	%		tCO ₂ /GJ
A	B	C	D=A*B*C
0.0202	99	44/12	0.0733

(3) 液化石油气

液化石油气的单位热值含碳量、碳氧化率等均采用指南附录中的推荐值。

<i>CCi</i>	<i>OFi</i>		<i>EFi</i>
tC/GJ	%		tCO ₂ /GJ
A	B	C	D=A*B*C
0.0172	99.5	44/12	0.0628

2.过程排放

企业生产的水泥熟料中氧化钙和氧化镁的含量为企业实际测量值，氧化钙的加权平均含量为 53%，氧化镁的加权平均含量为 4.3%，报告期内未测量熟料中不是来源于碳酸盐分解的氧化钙和氧化镁含量。将此两项取为 0。

3.购入电力排放因子

购入电力对应的排放因子采用国家公布的排放值。报告期内，本企业所在的华北电网的的排放因子为 0.8843tCO₂/MWh。

本企业承诺对本报告的真实性的负责。

表 A.1 报告主体 2013 年温室气体排放量报告

燃料燃烧排放量/tCO ₂	124984
原料碳酸盐分解的排放量/tCO ₂	187767
购入电力产生的排放量/tCO ₂	29694
购入热力产生的排放量/tCO ₂	0
输出电力产生的排放量/tCO ₂	0
输出热力产生的排放量/tCO ₂	0
合计/tCO ₂	342445

表 A.2 活动数据表

排放类别	燃料品种	计量单位	消耗量 t或10 ⁴ Nm ³	低位发热值 GJ/t或GJ/10 ⁴ Nm ³
燃料燃烧	无烟煤	t		
	烟煤	t	67917	19.570
	褐煤	t		
	洗精煤	t		
	其他洗煤	t		
	其他煤制品	t		
	焦炭	t		
	原油	t		
	燃料油	t		
	汽油	t		
	柴油	t	82.4	42.652
	一般煤油	t		
	液化天然气	t		
	液化石油气	t	17.15	50.179
	焦油	t		
	粗苯	t		
	焦炉煤气	t		
	高炉煤气	t		
	转炉煤气	t		
	其他煤气	t		
天然气	t			
炼厂干气	t			

生产过程	参数名称	数据	单位
	熟料产量	398710	t
	窑头粉尘的重量	6199	t
电力、热力	参数名称	数据	单位
	购入的电力	33580	MWh
	购入的热力	0	GJ
	输出的电力	0	MWh
	输出的热力	0	GJ

表 A.3 排放因子和计算系数

排放源类别	燃料品种	单位热值含碳量 tC/GJ	碳氧化率 %
燃料燃烧	无烟煤		
	烟煤	0.0261	98
	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	0.0202	99
	一般煤油		
	液化天然气		
	液化石油气	17.2	99.5
	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			

生产过程	参数名称	数据	单位
	熟料中CaO含量		%
	非碳酸盐CaO含量	0	%
	熟料中MgO含量		%
	非碳酸盐MgO含量	0	%
	生料烧失量		%
	生料中不是以碳酸盐形式存在的氧化钙的含量		%
	生料中不是以碳酸盐形式存在的氧化镁的含量		%
电力、热力	参数名称	数据	排放因子
	购入电力	0.8843	tCO ₂ /MWh
	购入热力		tCO ₂ /GJ
	输出电力		tCO ₂ /MWh
	输出热力		tCO ₂ /MWh

第三节 温室气体核算过程与说明

根据《中国水泥生产企业温室气体排放核算方法与报告指南》要求，企业温室气体排放核算边界应包含边界内所有为生产服务的相关设施产生的温室气体排放。

第一步：确定核算边界

本企业温室气体排放核算的物理边界为 B 市工业园区 311 号厂区内与生产经营活动相关的排放。

第二步：识别排放源

1.燃料燃烧排放

本企业生产经营活动中涉及到的燃料有：烟煤，主要用于回转窑；柴油，用于厂内叉车；液化石油气用于食堂。

2.过程排放

本企业生产过程中消耗的碳酸盐分解会产生 CO₂ 排放，主要为熟料对应的碳酸盐分解排放及窑头粉尘对应的排放。

3.购入电力

电力为本企业消耗的主要能源。

第三步：收集活动数据

1.燃料燃烧

烟煤、柴油及液化石油气的活动数据是通过以下公式计算得出：

$$AD_{\text{烟煤}} = FC_{\text{烟煤}} \times NCV_{\text{烟煤}} = 67917\text{t} \times 19.570\text{GJ/t} = 1329135 \text{ GJ}$$

$$AD_{\text{柴油}} = FC_{\text{柴油}} \times NCV_{\text{柴油}} = 82.4\text{t} \times 42.652\text{GJ/t} = 3514.5 \text{ GJ}$$

$$AD_{\text{液化石油气}} = FC_{\text{液化石油气}} \times NCV_{\text{液化石油气}} = 17.15 \text{t} \times 50.179 \text{GJ/t} = 861 \text{GJ}$$

2.过程排放

熟料产量为 398710t，窑头粉尘重量为 6199t。

3.购入电力

企业购入电力为 33580MWh。

第四步：选择和获取排放因子数据

1.燃料燃烧

其中，烟煤、柴油及液化石油气的排放因子是通过以下公式计算得出：

$$\begin{aligned} EF_{\text{烟煤}} &= CC_{\text{烟煤}} \times OF_{\text{烟煤}} \times (44/12) \\ &= 0.0261 \text{tC/GJ} \times 98\% \times 44/12 = 0.0938 \text{tCO}_2/\text{GJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EF_{\text{柴油}} &= CC_{\text{柴油}} \times OF_{\text{柴油}} \times (44/12) \\ &= 0.0202 \text{tC/GJ} \times 99\% \times 44/12 = 0.0733 \text{tCO}_2/\text{GJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EF_{\text{液化石油气}} &= CC_{\text{液化石油气}} \times OF_{\text{液化石油气}} \times (44/12) \\ &= 0.0172 \text{tC/GJ} \times 99.5\% \times 44/12 = 0.0628 \text{tCO}_2/\text{GJ} \end{aligned}$$

2.过程排放

熟料中 CaO 含量为 53%；

熟料中 MgO 含量为 53%；

3.购入电力

企业所在的华北电网 2012 年电网排放因子为 0.8843 tCO₂/MWh。

第五步：温室气体排放计算

1.燃料燃烧计算过程

在上例中，企业所使用的燃料包括了烟煤、柴油及液化石油气，其燃烧排放计算过程如下：

$$\begin{aligned} E_{\text{燃烧1}} &= \sum_{i=1}^3 (AD_i \times EF_i) = AD_{\text{烟煤}} \times EF_{\text{烟煤}} + AD_{\text{柴油}} \times EF_{\text{柴油}} + AD_{\text{液化石油气}} \times EF_{\text{液化石油气}} \\ &= 1329135\text{GJ} \times 0.0938\text{tCO}_2/\text{GJ} + 3514.5\text{GJ} \times 0.0733\text{tCO}_2/\text{GJ} + 861\text{GJ} \times 0.0628\text{tCO}_2/\text{GJ} \\ &= 124984\text{tCO}_2 \end{aligned}$$

2.过程排放

计算过程如下：

$$\begin{aligned} E_{\text{工艺1}} &= \left(\sum_i Q_i + Q_{\text{ckd}} \right) \times \left[(FR_1 - FR_{10}) \times \frac{44}{56} + (FR_2 - FR_{20}) \times \frac{44}{40} \right] \\ &= (398710 + 6199) \times \left[(53\% - 0) \times 44/56 + (4.3\% - 0) \times 44/40 \right] \\ &= 187767\text{tCO}_2 \end{aligned}$$

3.购入电力对应的排放

本例中，企业未使用外购热力，只涉及外购电力，因此，排放计算如下：

$$\begin{aligned} E_{\text{购入电}} &= AD_{\text{购入电}} \times EF_{\text{电}} \\ &= 33580\text{MWh} \times 0.8843\text{tCO}_2/\text{MWh} \\ &= 29694\text{tCO}_2 \end{aligned}$$

其中，电网排放因子为本企业所在电网国家发改委公布的最新排放因子数据。

第六步：企业温室气体排放

综上，报告期内，企业的年度温室气体排放总量为：

$$\begin{aligned} E_{\text{CO}_2} &= E_{\text{燃烧}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{电和热}} \\ &= E_{\text{燃烧1}} + E_{\text{燃烧2}} + E_{\text{过程1}} + E_{\text{过程2}} + E_{\text{电和热}} \end{aligned}$$

$$= 124984 + 187767 + 29694 + 0 - 0 - 0$$

$$= 342445 \text{ tCO}_2$$

CCQ

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)

编制说明

一、编制的目的和意义

根据“十二五”规划《纲要》提出的“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”和《“十二五”控制温室气体排放工作方案》（国发[2011] 41号）提出的“加快构建国家、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温室气体排放和能源消费数据制度”的要求，为保证实现2020年单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%-45%的目标，国家发展改革委组织编制了《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）》，以帮助企业科学核算和规范报告自身的温室气体排放，更好地制定企业温室气体排放控制计划或碳排放权交易战略，积极参与碳排放交易，强化企业社会责任。同时也为主管部门建立并实施重点企业温室气体报告制度奠定基础，为掌握重点企业温室气体排放情况，制定相关政策提供支撑。

二、编制过程

本指南由国家发展改革委委托清华大学能源环境经济研究所专家编制。编制组借鉴了国内外有关企业温室气体排放核算与报告的研究成果和实践经验，参考了国家发展改革委办公厅印发的《省级温室气体清单编制指南（试行）》，经过实地调研、深入研究和案例试算，编制完成了《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）》。本指南在方法上力求科学性、完整性、规范性和可操作性。编制过程中得到了中国建筑材料科学研究总院、中国建材检验认证集团有限公司等相关行业协会和科研院所专家的大力支持。

三、主要内容

《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）》包括正文的七个部分以及附录，分别阐述了本指南的适用范围、引用文件和参考文献、术语和定义、核算边界、核算方法、质量保证和文件存档、报告内容和格式、以及常用参数推荐值。本指南核算的温室气体为二氧化碳（不涉及其他温室气体），考虑的排放源包括燃料燃烧排放、工业生产过程排放、净调入使用的电力和热力相应的生产环节的排放等。适用范围为从事水泥熟料和水泥产品生产的具有法人资格的生产企业和视同法人的独立核算单位。

四、需要说明的问题

运用本指南的水泥生产企业以企业为边界，核算和报告边界内发生的温室气体排放，需要获取有关的活动水平和排放因子数据。本指南参考了《省级温室气体清单指南（试行）》、《中国能源统计年鉴 2012》、《IPCC 国家温室气体清单指南》、《水泥行业二氧化碳减排议定书》等国内外相关文献资料，提供了一些常见化石燃料和替代燃料品种的缺省值，供企业参考使用。

水泥企业生产过程中，使用的燃油、替代燃料或协同处置的废物中可能含有生物质燃料。这些生物质燃料燃烧所产生的二氧化碳，被视为无气候影响，不需进行核算和报告。

鉴于企业温室气体核算和报告是一项全新的复杂工作，本指南在实际运用中可能存在不足之处，希望相关使用单位能及时予以反馈，以便今后做出进一步的修改。

本指南由国家发展和改革委员会提出并负责解释和修订。

目 录

一、适用范围	1
二、引用文件和参考文献	1
三、术语和定义	1
四、核算边界	3
五、核算方法	5
(一) 化石燃料燃烧排放	7
(二) 替代燃料或废弃物中非生物质碳的燃烧排放	9
(三) 原料分解产生的排放	10
(四) 生料中非燃料碳煅烧的排放	11
(五) 净购入使用的电力和热力对应的排放	12
六、质量保证和文件存档	13
七、报告内容和格式	14
(一) 报告主体基本信息	14
(二) 温室气体排放量	15
(三) 活动水平及其来源	15
(四) 排放因子及其来源	15
附录一：报告格式模板	17
附录二：相关参数缺省值	22

一、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。

二、引用文件和参考文献

本指南引用的文件主要包括：

《省级温室气体清单编制指南（试行）》

《中国能源统计年鉴2012》

下列文件在本指南编制过程中作为参考：

《IPCC国家温室气体清单指南》（1996）

《水泥行业二氧化碳减排议定书 水泥行业二氧化碳排放统计与报告标准》（2005）

《美国温室气体排放和汇的清单》（EPA 2008）

《欧盟排放贸易体系（EU-ETS）》（第一、第二报告期）

三、术语和定义

下列术语和定义适用于本指南。

（1）温室气体

大气层中那些吸收和重新放出红外辐射的自然和人为的气态成分。本指南的温室气体是指《京都议定书》附件A所规定的六种温室气体，分别为二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）和六氟化硫（SF₆）。

（2）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。

（3）燃料燃烧排放

燃料燃烧排放，是指企业生产过程中燃料与氧气进行充分燃烧产生的温室气体排放，包括实物煤、燃油等化石燃料的燃烧、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等产生的排放。

（4）工业生产过程排放

工业生产过程排放，是指原材料在生产过程中发生的除燃料燃烧之外的物理或化学变化产生的温室气体排放，包括原料碳酸盐分解产生的排放和生料中非燃料碳煅烧产生的排放等。

（5）净购入使用的电力和热力对应的排放

企业净购入使用的电力和热力（蒸汽、热水）所对应的电力或热力生产活动产生的CO₂排放。

（6）活动水平

产生温室气体排放或清除的生产或消费活动的活动数据，包括水泥生产过程中各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量、购入或外销的电量或蒸汽量等。

（7）排放因子

量化单位活动水平所产生的温室气体排放量的系数。如生产每吨水泥熟料所产生的二氧化碳排放量、每千瓦时发电上网所产生的二氧化碳排放量等。

（8）碳氧化率

燃料中的碳在燃烧过程中被氧化的百分比。

四、核算边界

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。

具体而言,水泥生产企业核算边界内的关键排放源包括:

(1) 化石燃料的燃烧

水泥窑中使用的实物煤、热处理和运输等设备使用的燃油等产生的排放。

(2) 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。

(3) 原材料碳酸盐分解

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。

(4) 原材料中非燃料碳煅烧

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。

(5) 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。

（6）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。

五、核算方法

报告主体进行企业温室气体排放核算和报告的完整工作流程包括以下步骤：

（1）核算边界；

（2）排放源；

（3）活动水平数据；

（4）排放因子数据；

（5）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；

（6）企业温室气体排放量。

水泥生产企业的CO₂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CO₂排放量之和，按公式（1）计算。

$$\begin{aligned}
 E_{CO_2} &= E_{\text{燃烧}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{电和热}} \\
 &= E_{\text{燃烧1}} + E_{\text{燃烧2}} + E_{\text{过程1}} + E_{\text{过程2}} + E_{\text{电和热}}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

式中：

E_{CO_2} 为企业CO₂排放总量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{燃烧}}$ 为企业所消耗的燃料燃烧活动产生的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{燃烧1}}$ 为企业所消耗的化石燃料燃烧活动产生的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{燃烧2}}$ 为企业所消耗的替代燃料或废弃物燃烧产生的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{过程}}$ 为企业在工业生产过程中产生的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{过程1}}$ 为企业在生产过程中原料碳酸盐分解产生的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{过程2}}$ 为企业在生产过程中生料中的非燃料碳煅烧产生的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{电和热}}$ 为企业净购入的电力和热力所对应的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）。

(一) 化石燃料燃烧排放

1. 计算公式

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。

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

式中： $E_{\text{燃烧1}}$ 为核算和报告期内消耗的化石燃料燃烧产生的CO₂排放，单位为吨（tCO₂）；

AD_i 为核算和报告期内消耗的第*i*种化石燃料的活动水平，单位为百万千焦（GJ）。

EF_i 为第*i*种化石燃料的二氧化碳排放因子，单位：tCO₂/GJ；

*i*为净消耗的化石燃料的类型。

核算和报告期内消耗的第*i*种化石燃料的活动水平 AD_i 按公式（3）计算。

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

式中： NCV_i 是核算和报告期内第*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Nm³）；

FC_i 是核算和报告期内第*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Nm³）。

化石燃料的二氧化碳排放因子按公式（4）计算。

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

式中： CC_i 为第*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）；

OF_i 为第*i*种化石燃料的碳氧化率，单位为%。

2. 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，如附录表2.1所示。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。

3. 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，如附录表2.2和表2.3所示。

（二）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CO₂排放量按公式（5）计算：

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

式中：

$E_{\text{燃烧}2}$ ——核算和报告期内替代燃料或废弃物中非生物质碳燃烧所产生的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

Q_i ——各种替代燃料或废弃物的用量，单位为吨（t）；

HV_i ——各种替代燃料或废弃物的加权平均低位发热量，单位为百万千焦/吨（GJ/t）；

EF_i ——各种替代燃料或废弃物燃烧的CO₂排放因子，单位为吨CO₂/百万千焦（tCO₂/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。

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、CO₂排放因子、非生物物质碳的含量，可选择采用本指南提供的数据，如表2.4所示。

（三）原料分解产生的排放

原料碳酸盐分解产生的CO₂排放量，包括三部分：熟料对应的CO₂排放量；窑炉排气筒（窑头）粉尘对应的CO₂排放量；旁路放风粉尘对应的CO₂排放量。原料碳酸盐分解产生的CO₂排放量，可按公式（6）计算：

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

式中：

$E_{\text{工艺1}}$ ——核算和报告期内，原料碳酸盐分解产生的二氧化碳（CO₂）排放量，单位为吨（tCO₂）；

Q_i ——生产的水泥熟料产量，单位为吨（t）；

Q_{ckd} ——窑炉排气筒（窑头）粉尘的重量，单位为吨（t）；

Q_{bpd} ——窑炉旁路放风粉尘的重量，单位为吨（t）；

FR_1 ——熟料中氧化钙（CaO）的含量，单位为%；

FR_{10} ——熟料中不是来源于碳酸盐分解的氧化钙（CaO）的含量，单位为%；

FR_2 ——熟料中氧化镁（MgO）的含量，单位为%；

FR_{20} ——熟料中不是来源于碳酸盐分解的氧化镁（MgO）的含量，单位为%；

$\frac{44}{56}$ ——二氧化碳与氧化钙之间的分子量换算；

$\frac{44}{40}$ ——二氧化碳与氧化镁之间的分子量换算。

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。

（四）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。

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

式中：

$E_{\text{工艺}2}$ —核算和报告期内生料中非燃料碳煅烧产生的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

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；

FR_0 —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；

$\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的数量换算。

（五）净购入使用的电力和热力对应的排放

1. 计算公式

净购入使用的电力、热力（如蒸汽）所对应的生产活动的CO₂排放量按公式（8）计算。

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

式中：

$E_{\text{电和热}}$ 为净购入使用的电力、热力所对应的生产活动的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

$AD_{\text{电力}}$ 、 $AD_{\text{热力}}$ 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）；

$EF_{\text{电力}}$ 、 $EF_{\text{热力}}$ 分别为电力和热力（如蒸汽）的CO₂排放因子，单位分别为吨CO₂/兆瓦时（tCO₂/MWh）和吨CO₂/百万千焦（tCO₂/GJ）。

2. 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)

3. 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 tCO₂/GJ计，并根据政府主管部门发布的官方数据保持更新。

六、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：

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。

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；

建立健全的温室气体排放和能源消耗的台账记录。

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。

建立企业温室气体排放报告内部审核制度。

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。

七、报告内容和格式

报告主体应按照附件一的格式对以下内容进行报告：

（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。

（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。



附录一：报告格式模板

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）》，本报告主体核算了_____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_____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			
工业生产过程		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
	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
	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

附录二：相关参数缺省值

表 2.1 中国水泥行业燃料热值

燃料名称	平均低位热值	单位
原煤	20908	兆焦/吨
洗精煤	26344	兆焦/吨
洗中煤	8363	兆焦/吨
煤泥	10454	兆焦/吨
焦炭	28435	兆焦/吨
原油	41816	兆焦/吨
燃料油	41816	兆焦/吨
汽油	43070	兆焦/吨
煤油	43070	兆焦/吨
柴油	42652	兆焦/吨
液化石油气	50179	兆焦/吨
炼厂干气	45998	兆焦/吨
天然气	38.931	兆焦/立方米
焦炉煤气	17.354	兆焦/立方米
发生炉煤气	5.227	兆焦/立方米
重油催化裂解煤气	19.235	兆焦/立方米
重油热裂解煤气	35.544	兆焦/立方米
焦炭制气	16.308	兆焦/立方米
压力气化煤气	15.054	兆焦/立方米
水煤气	10.454	兆焦/立方米
煤焦油	33453	兆焦/吨

数据来源：1. 中国能源统计年鉴 2012； 2. 行业调研数据。

表 2.2 中国水泥行业燃料含碳量

燃料名称	含碳量 (tC/TJ)
原煤	26.37
无烟煤	27.49
一般烟煤	26.18
褐煤	27.97
洗煤	25.41
型煤	33.56
焦炭	29.42
原油	20.08
燃料油	21.10
汽油	18.90
柴油	20.20
煤油	19.41
LPG	16.96
炼厂干气	18.20
其他石油制品	20.00
天然气	15.32
焦炉煤气	13.58
其他	11.96

数据来源: 1. 《省级温室气体清单编制指南》(试行); 2. 行业调研数据。

表 2.3 中国水泥行业燃料燃烧氧化率

燃料名称	氧化率
煤（窑炉）	98%
煤（工业锅炉）	95%
煤（其他燃烧设备）	91%
焦炭	98%
原油	99%
燃料油	99%
汽油	99%
煤油	99%
柴油	99%
液化石油气	99.5%
炼厂干气	99.5%
天然气	99.5%
焦炉煤气	99.5%
发生炉煤气	99.5%
重油催化裂解煤气	99.5%
重油热裂解煤气	99.5%
焦炭制气	99.5%
压力气化煤气	99.5%
水煤气	99.5%
煤焦油	99%

数据来源：1. 《省级温室气体清单编制指南》（试行）； 2. 典型企业调研数据。

表 2.4 中国水泥行业部分替代燃料CO₂排放因子

替代燃料种类	低位发热量 GJ/t	排放因子 tCO ₂ /GJ	化石碳的质 量分数（%）	生物碳的质 量分数（%）
废油	40.2	0.074	100	0
废轮胎	31.4	0.085	20	80
塑料	50.8	0.075	100	0
废溶剂	51.5	0.074	80	20
废皮革	29.0	0.11	20	80
废玻璃钢	32.6	0.083	100	0

数据来源：1. 《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》；
2. 《水泥行业二氧化碳减排议定书》，WBCSD，2005. 3. 典型企业调研

表 2.5 其他排放因子推荐值

参数名称	单位	CO ₂ 排放因子
电力消费的排放因子	tCO ₂ /MWh	采用国家最新发布值
热力消费的排放因子	tCO ₂ /GJ	0.11

