



中国质量认证中心
CHINA QUALITY CERTIFICATION CENTRE



全国碳排放权交易核算报告机制与EU ETS的MRR规则比较分析

中国质量认证中心有限公司



2025.8

欧中ETS项目网站下载资料合规声明

以下内容的编制仅限用于支持本项目项下开展的培训与研究活动，且仅用于信息传递及参考目的，未经内容提供方事先书面许可，不得以任何形式、通过任何手段，全部或部分复制、分发或用于商业目的。对于因使用该内容所含信息而导致的任何损失或损害，内容提供方不承担任何责任。

Compliance Statement for Downloading Materials From EU-China ETS Project Website

These materials have been prepared solely for the purpose of supporting training activities conducted under this project. It is provided for informational and reference purposes only. The materials contained herein may not be reproduced, distributed, or utilised for commercial purposes, in whole or in part, in any form or by any means, without the prior written consent of the presenting party. The author accepts no responsibility or liability for any loss or damage arising from the use of the information contained in this presentation.

1

中欧碳市场MRR机制对比分析

2

重点行业案例分析

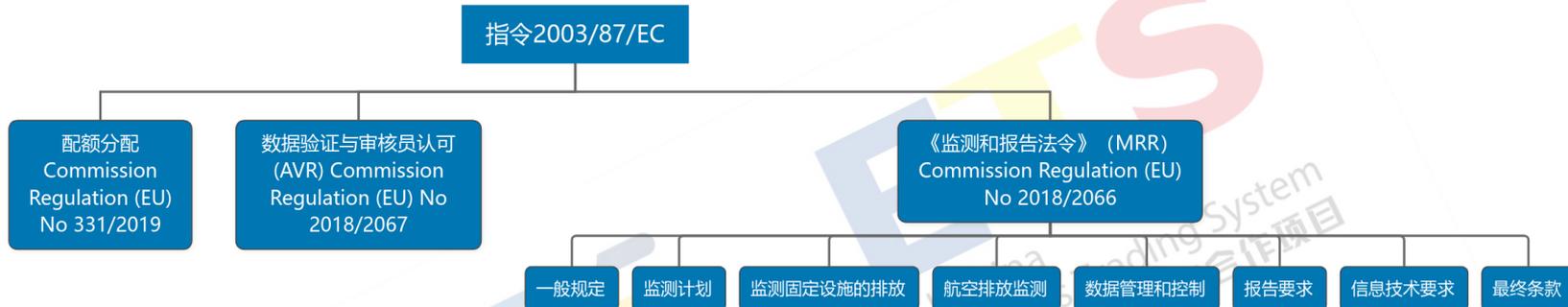
3

对比分析启示

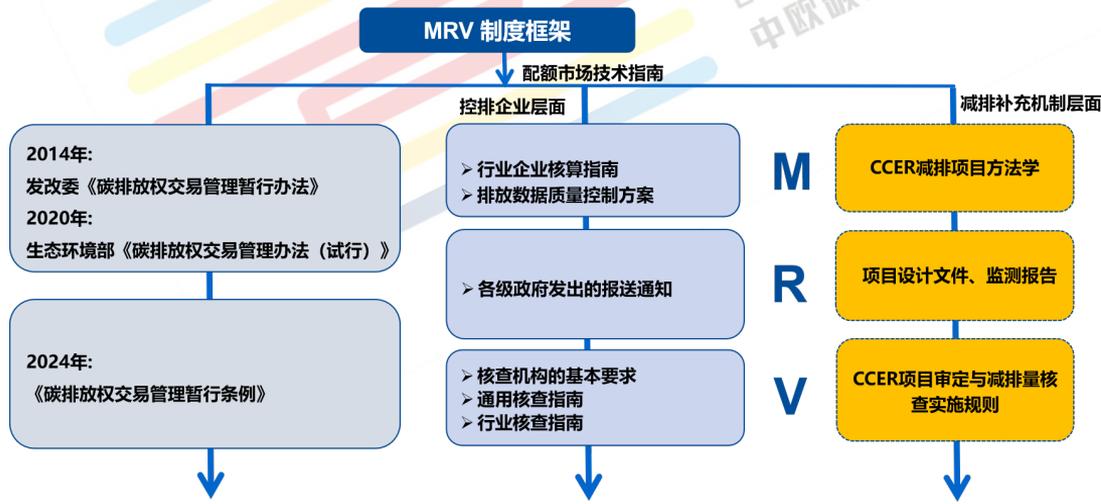
ETS
EU-China
Emissions Trading System
中欧碳市场对话与合作项目

一、中欧碳市场MRR机制对比分析

欧洲碳市场



中国碳市场



一、中欧碳市场MRR机制对比分析 - 监测计划

全国碳市场监测计划

《企业温室气体排放核算与报告指南》有单独的章节，规定了数据质量控制计划（监测计划）的内容、应当修订监测计划的情形，以及对严格按照监测计划执行温室气体测量活动的要求。

重点排放单位情况

- 基本信息、主营产品、生产工艺、组织机构图、厂区平面分布图、工艺流程图等

核算边界和主要排放设施情况

- 核算边界的描述，设施名称、类别、编号、位置，以及多台机组拆分与合并填报情况等

采样制样方案

- 采样方案包括采样依据、采样点、采样频次、采样方式、采样质量和记录等；
- 制样方案包括制样方法、缩分方法、制样设施、煤样保存和记录等

数据的确定方式

- 参数、参数获取、测量设备、数据记录频次、数据缺失处理、负责部门

内部质量控制和质量保证规定

- 保障体系（负责部门、工作要求、工作职责、专职人员）
- 内审制度
- 原始凭证和台账记录管理制度

监测计划的管理

- 1、编制及上报
 - 首先在报送平台填报形成监测计划
 - 每个月都要在平台填报数据和上传证据文件
 - 在规定时限内（发电行业为40天）完成
- 2、监测计划的修订
 - 企业提出申请，省级主管部门负责最终确认审批
- 3、“国家-省-市”三级联审
 - 生态环境部：日常监管审核
 - 省级生态环境部门：
 - 开展月度存证审核
 - 组织年度核查
 - 市级生态环境部门：配合开展监督检查
- 4、全面线上操作：
 - 编制、提交、审批、核查和监管全流程完全在报送平台上实现

一、中欧碳市场MRR机制对比分析 - 监测计划

EU ETS 监测计划

主管部门批准的监测计划是EU ETS中每个设施的重要文件，它为排放监测和报告的适当性提供了保障。设施运营商会收到一份手册，指导其按照MRR要求进行监测。同时，监测计划的通用格式有助于主管部门和核查员履行各自的职责。MRR对监测计划有详细要求，包括最小内容、准备和提交审批、标准化和简化选项、修改程序及对重大修改的进一步批准和相关记录。

监测与报告应保持时间维度一致和跨期可比，运营方（包括航空运营方）应使用相同的监测方法和数据集，除非经监管机构批准的变更或豁免。运营方应透明地获取、记录、汇总、分析并归档监测数据，以便核查和监管机构复现排放量核定过程。



一、中欧碳市场MRR机制对比分析 - 监测计划

EU ETS与全国碳市场 - 监测计划对比分析

相同点：都旨在提供准确理解和执行监测的指导，以符合会计准则的要求，并通过检查排放报告与监测计划的一致性，便于监管机构 and 核查机构识别监测实施情况。两者都要求对监测方法和程序进行详细说明，并强调监测计划的及时更新和维护要求。

对比总结：

对比维度	EU ETS	全国碳市场
监管目标与框架	由欧盟委员会集中管理，直接适用于运营商、核查员和监管机构，涵盖欧盟成员国的温室气体排放。	由中国生态环境部主导制定，国家层面提供统一的框架，实施细节则由地方政府具体执行。
监测计划的范围与实施	覆盖所有主要的排放源，特别是电力、工业和航空等高排放行业。通过成员国监管机构执行，数据需要第三方核查。	目前集中在电力行业、钢铁、水泥等行业。实施通过企业自报、第三方核查和政府审查结合。
数据监测与报告	企业应提交年度排放报告，并由根据AVR、ISO 17029和ISO 14065认证机构认证的核查员进行核查。这要求极高的准确性，并需要采用严格的监测方法。	企业需按照统一标准提交报告，数据核查由核查机构进行，部分地区执行力存在差异。

一、中欧碳市场MRR机制对比分析 - 核算边界



全国碳市场核算边界

企业温室气体排放核算与报告指南 发电设施
企业温室气体排放核算与报告指南 钢铁行业
企业温室气体排放核算与报告指南 水泥行业
企业温室气体排放核算与报告指南 铝冶炼行业

行业	企业层级	工序层级
发电	核算边界为发电设施，主要包括燃烧系统、汽水系统、电气系统、控制系统和除尘及脱硫脱硝等装置的集合，不包括厂区内其他辅助生产系统以及附属生产系统。	
钢铁	主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统产生的温室气体排放。	包括焦化工序、烧结工序、球团工序、炼铁工序、转炉炼钢工序（不包括精炼、连铸/模铸、精整）、电炉炼钢工序（不包括精炼、连铸/模铸、精整）、精炼工序、连铸工序、钢压延加工工序、石灰工序、掺烧自产二次能源的化石燃料发电设施等。
电解铝	主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统产生的温室气体排放。	铝电解工序层级核算边界包括电解槽和整流器的集合。
水泥	主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统产生的温室气体排放。	熟料生产核算边界为熟料烧成系统，主要包括预热器、分解炉、水泥窑等。

一、中欧碳市场MRR机制对比分析 - 核算边界

欧洲碳市场核算边界

EU ETS要求企业监测其所在边界内的所有排放源及其覆盖的温室气体。工业活动的核算边界是根据设施的定义确定的。

设施

设施是指一个固定的技术单元，包含《指令2003/87/EC》附件I中列出的一个或多个活动，以及与这些活动有技术关联、可能影响排放和污染的其他直接相关活动。典型例子包括电厂、钢铁厂和水泥厂等。

设施排放源

直接排放源：设施内的所有直接排放源都包括在温室气体核算中。例如，所有相关的燃料或原材料输入、产品输出，以及温室气体（根据《指令》附件I中列出的具体活动，包括N₂O和PFCs）。

能源消耗排放：EU ETS并不要求设施考虑与其进口的电力、热能或动力相关的排放（间接排放）。这些进口相关的排放应在源头地点（即生产这些能源的设施）进行核算。这样做是为了避免重复计算排放。若电力、热能或动力是在设施内部生产的，EU ETS设施需要核算其自有发电、热能或动力产生的排放。

一、中欧碳市场MRR机制对比分析 - 核算边界

受监管实体的类型

欧盟碳市场: 设施

设施：一个固定的技术单元，用于开展2003/87/EC指令附件I列出的一个或多个活动，以及与该站点上开展的活动具有技术联系且可能对排放和污染产生影响的任何其他直接相关活动

区分EU ETS和非EU ETS活动的规则

- 与设施相关，并为EU ETS服务的具体活动构成设施的一部分。
- 确定因素：技术设备的类型与其在设施的生产活动中的目的之间的技术联系，以及谁对其具有控制权

1个设施 = 1个监测计划 / 1个排放报告 / 1个注册账户

- 装置的运营商具有法律义务
- 运营商是指对设施拥有法律、经济、运营和技术控制的个人

全国碳市场

重点排放单位：在全国碳市场涵盖的行业中，每年产生至少26,000吨二氧化碳（每年消耗大约10,000吨综合能源当量）的企业或其他经济组织。

一个重点排放单位可以由多个装置或设施组成。

每个重点排放单位的每个装置或设施都必须监测其排放并拥有一个监测计划

一个重点排放单位提交涵盖该重点排放单位所有装置的排放报告和监测计划

- 中国的法律法规规定了哪些法律实体对重点排放单位负有法律责任

一、中欧碳市场MRR机制对比分析 - 核算边界

受监管实体类型影响着MRV的执行方式

- 收集数据的来源
- 编制监测计划的方法
- 质量保证和控制措施的类型
- 核查的范围以及核查期间需要访问的位置

欧盟碳市场中的设施

- 所有数据均来自一个地点（即设施），涵盖欧盟碳市场覆盖的所有排放源和燃料/材料
- 监测计划是针对该设施量身定制的
- 质量保证和控制措施非常具体，适用于该设施
- 核查范围主要集中在对该设施的排放报告进行核查

全国碳市场中的重点排放单位

- 所有来自重点排放单位的碳市场装置/设施的数据都必须包含在MRV过程中。
- 监测计划应覆盖所有碳市场的装置/设施。
- 应制定质量保证措施，以减轻从装置向主要排放者转移数据所涉及的风险。
- 如果需要检查质量控制措施或MRV过程，核查人员可能需要前往多个装置的现场

一、中欧碳市场MRR机制对比分析 - 核算边界

排放源 (活动)

欧盟碳市场

EU ETS核算中涉及的排放源 (活动) 包括开展《EU ETS指令》附件I中列出的活动并产生温室气体排放的设施, 如能源使用、附件I中列出的能源密集型工业制造、化石燃料燃烧或化学反应等。

全国碳市场

全国碳市场核算的排放源: 发电行业的化石燃料燃烧; 水泥、钢铁和铝冶炼行业的生产过程排放, 主要来源于化石燃料燃烧和生产过程中的直接排放, 不涵盖电力和热力等间接排放。

温室气体种类

欧盟碳市场

欧盟碳市场中覆盖了所有欧盟碳市场的部门和活动的二氧化碳 (CO₂) 排放, 对于一些选定的活动也覆盖了氮氧化物 (N₂O) 和全氟碳化物 (PFC) 排放。

排放类型和气体种类影响监测方法的设计:

- 二氧化碳 (CO₂) 可以通过计算或连续测量来监测
- 氮氧化物 (N₂O) 通常通过连续测量来监测
- 铝行业的全氟碳化物 (PFC), 具体来说四氟化碳 (CF₄) 和六氟乙烷 (C₂F₆) 需要特定的方法

全国碳市场

中国碳市场结合各行业温室气体排放特点, 发电、水泥、钢铁的管控气体为二氧化碳, 而电解铝行业的管控气体除了二氧化碳, 还包括四氟化碳 (CF₄)、六氟化二碳 (C₂F₆)。

一、中欧碳市场MRR机制对比分析 - 核算方法

全国碳市场核算方法

《企业温室气体排放核算与报告指南 水泥行业》



全国碳排放权交易市场技术规范编号：CETS-AG-02.01-V01-2024

企业温室气体排放核算与报告指南
水泥行业

全国碳排放权交易市场技术规范编号：CETS-VG-02.01-V01-2024

企业温室气体排放核查技术指南
水泥行业

《企业温室气体排放核查技术指南 水泥行业》



《企业温室气体排放核算与报告指南 铝冶炼行业》



全国碳排放权交易市场技术规范编号：CETS-AG-04.01-V01-2024

企业温室气体排放核算与报告指南
铝冶炼行业

全国碳排放权交易市场技术规范编号：CETS-VG-04.01-V01-2024

企业温室气体排放核查技术指南
铝冶炼行业

《企业温室气体排放核查技术指南 铝冶炼行业》



全国碳市场主要采用**排放因子算法**和**物料平衡算法**作为核算方法。《指南》会根据不同行业的生产过程特点，选择合适的核算方法，以确保排放量核算的准确性和一致性。

一、中欧碳市场MRR机制对比分析 - 核算方法

EU ETS核算方法

MRR规定了两种监测静态设施排放的通用方法：
 基于计算的方法和基于测量的方法。为了确保各行业的一致性和成本效益，设施、“排放源流”和“排放源”根据其相关排放的规模进行分类，并应用分级系统。排放量最大的源需采用最高等级，涉及更严格的监测要求。基于计算的方法通过标准方法（活动数据 * 计算系数）或基于质量平衡方法计算排放，后者考虑所有输入。基于测量的方法则涉及使用CEMS设备并确定相关的排放流量。

MRR的主文中规定了跨行业的通用要求，而附加的行业特定问题主要在法规的附件IV中进行说明。

监测固定设施的排放

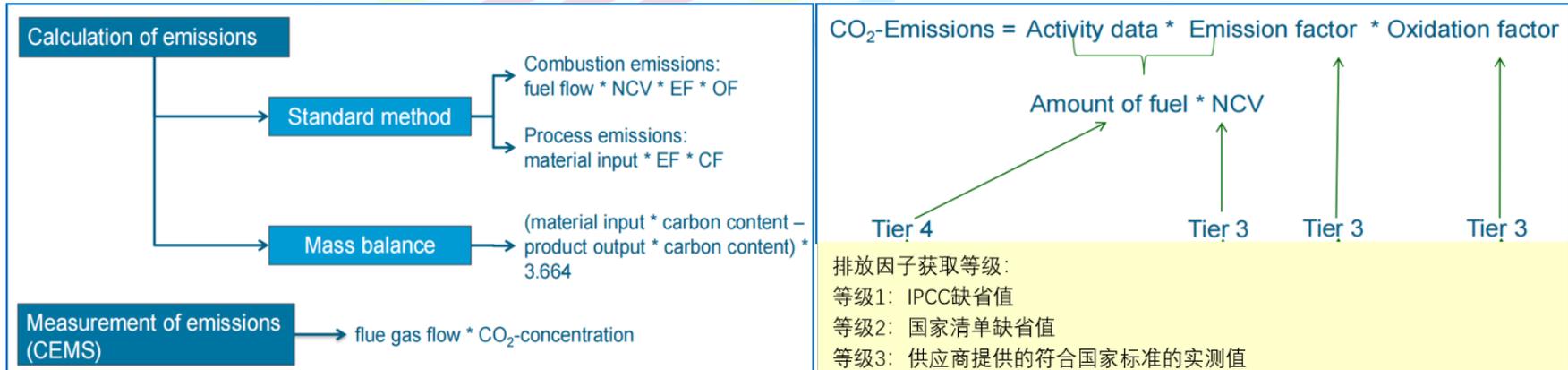


一、中欧碳市场MRR机制对比分析 - 核算方法

EU ETS核算方法

(1) 排放量可以通过对每种燃料/材料“源流”的排放因子计算、质量平衡计算和/或在线监测应用CEMs（连续排放监测）来确定。目前，大多数EU-ETS设施采用排放因子计算方法，而较少使用CEMs。

(2) 对于活动数据（如燃料消耗）的不确定性，已定义了四个等级。对于计算因子的确定，定义了三个等级。特别是对于B类和C类设施（年排放量超过50,000吨二氧化碳的设施），要求主要源流遵守最高等级的标准，即活动数据的测量不确定度为±1.5%；并且计算因子（包括热值、碳含量和氧化率）应通过测量得到，而不是使用默认因子



一、中欧碳市场MRR机制对比分析 - 核算方法

中欧碳市场核算方法对比

	EU ETS	中国碳市场
核算方法差异	<p>规定了两种方法，即基于计算的方法和基于测量的方法。为了确保各个行业的一致性和成本效益，设施被分为A、B、C三类。源流和排放源也进行分类。不同类型的设施在监测要求和优先级上存在差异。对于免费配额的分配，采用不同的监测方法。</p>	<p>钢铁行业在核算过程中实行了长流程与短流程的差异化管控，涵盖了焦化、烧结、炼铁等全流程环节。配额分配采用了“基准线法+历史强度法”，其中，长流程高炉和短流程电炉钢的基准值差异显著。</p>
关键参数来源	<p>根据欧盟MRR，除少数例外情况外，运营单位可以选择使用基于计算的方法或基于测量的方法（即连续排放监测系统）来确定其设施的排放量。</p>	<p>优先使用实测数据，燃料消耗量、低位发热量等需通过合规计量器具获取，如皮带秤（JJG 195）、流量计（JJG 1132）。若实测数据不可得，严格采用指南附录中的缺省值，且同一参数不可混合使用实测与缺省值。</p>
计量器具核查	<p>设施必须根据国际测量标准（如有）定期校准、调整 and 检查测量设备，并遵守《监测和报告法规》的要求。对于CEMS的应用，必须按照EN 14181标准进行测量系统的质量保证和控制。在核查过程中，核查员将检查是否按照规定进行了校准，并对测量设备进行检查。</p>	<p>《核查指南》强化了对计量器具的核查要求，兼顾核查工作的科学性与可操作性，明确核查组应对企业层级涉及的活动数据和生产数据的计量器具全部实施核查；对工序层级涉及的活动数据和生产数据的计量器具可抽样实施核查。</p>

一、中欧碳市场MRR机制对比分析

全国碳市场报告制度	
报告内容	企业基本信息、核算边界、活动数据、排放因子、排放量计算、历史数据与趋势。
报告周期	<p>月度存证：纳入全国碳市场的企业每个月要把关键的生产数据、排放数据上传到管理平台，作为年度碳排放的重要依据。</p> <p>年度报告：企业温室气体排放报告的周期为每年一次。企业需要在每年3月31日前编制上一年度的温室气体排放报告，并通过全国碳市场管理平台报送报告和支撑材料。</p>
报告工具	<p>通过特定的核算平台或信息系统进行提交，这些平台由地方政府或全国碳市场管理机构负责管理。例如，全国碳市场的排放报告通常通过全国碳排放权交易信息平台进行提交。</p> <p>各地的碳排放核算和报告通常有统一的报告模板，企业根据模板填写并上传报告，确保报告格式规范、数据完整。</p>
第三方核查	省级生态环境部门会组织第三方机构对企业的温室气体排放报告进行核查，核查结果需在每年6月30日前（钢铁、水泥、铝冶炼8月底前）完成并通过管理平台填报。
信息公开	中国碳市场的报告制度要求企业的排放数据进行公开，公共平台上可以查询到全国碳市场的相关数据，供政府部门、学术研究人员、公众以及市场参与者使用。

一、中欧碳市场MRR机制对比分析 - 报告制度

EU ETS 报告制度

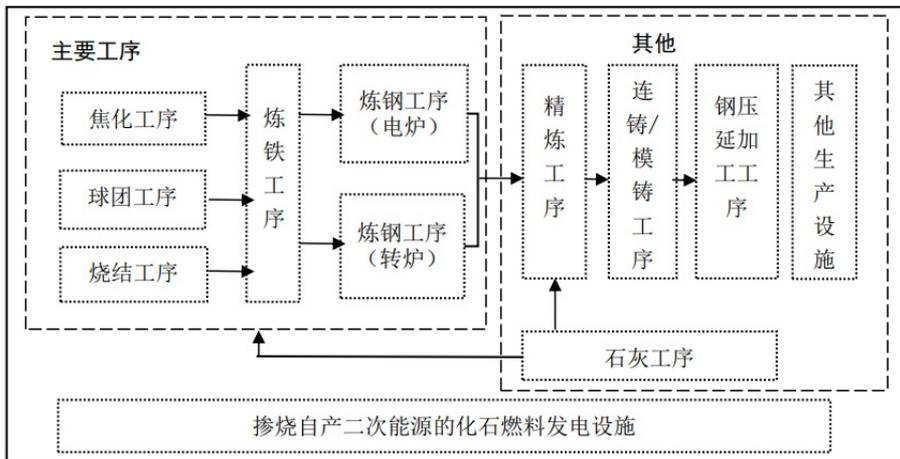
报告内容	根据相关欧盟法规，ETS报告通常包括基本信息、核算边界、活动数据、排放因子和排放量。
报告周期	企业应在 每年3月31日前 提交与上一报告期（即从1月1日至12月31日的自然年度）相关的经核查的排放报告。如果未在3月31日前提交排放报告或报告未按照《监测和报告法规》要求提交，主管部门将对排放数据进行保守估算，或要求提交修正并重新核查的报告。核查员在核查报告中指出的任何未解决问题必须进行跟进，这可能导致监测计划的更新。
报告工具	ETS报告工具（ERT）：在部分成员国，企业需要通过EU ETS使用指定的ERT提交报告。ERT作为专用软件，企业可以在其中输入并提交与温室气体排放相关的数据。在其他成员国，应使用国家信息系统，或使用欧盟委员会提供的排放报告模板。
第三方核查	所有提交的排放报告必须经过第三方核查。核查机构会审核报告的准确性、完整性和合规性，确保企业按照规定计算并报告其排放量。核查员由认证机构根据统一的ISO 17029和14065标准以及AVR进行认证，并每年进行监督检查，以评估核查员的持续表现。
信息公开	EU ETS要求报告数据的公开，以提高市场的透明度。企业的排放数据和相关报告在系统中进行公开和可追溯，允许监管机构和公众查看。

一、中欧碳市场MRR机制对比分析

报告制度对比分析

对比类型	EU ETS要求	全国碳市场要求
信息化平台	ETS报告工具(ERT)、一部分国家采用的国家信息系统	全国碳市场管理平台
数据管理	年度报告+改进报告	月度存证+年度报告
时间安排	统一时间（次年3月31日前提交）	核查分行业时间表（发电6月底，钢铁水泥铝冶炼8月底）
报告内容	根据相关的欧盟监测和报告法规，特别是附件X，报告应包含基本信息、核算边界、活动数据、排放因子和排放量。	按照行业核算指南要求，包含企业基本信息、核算边界、活动数据、排放因子、排放量计算、历史数据与趋势等

核算边界



企业层级核算边界

工序层级核算边界

图2 核算边界示意图

2、工序核算边界：钢铁生产工序主要包括焦化工序、烧结工序、球团工序、炼铁工序、转炉炼钢工序（不包括精炼、连铸/模铸、精整）、电炉炼钢工序（不包括精炼、连铸/模铸、精整）、精炼工序、连铸工序、钢压延加工工序、石灰工序、掺烧自产二次能源的化石燃料发电设施等。

1、企业层级边界：延续原《填报说明》主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统的分类。

a) 主要生产工序：包括焦化工序、烧结工序、球团工序、炼铁工序、转炉炼钢工序、电炉炼钢工序。

b) 掺烧自产二次能源的化石燃料发电设施。

c) 其他：包括精炼工序、连铸工序、钢压延加工工序、石灰工序和其他设施。

排放源

企业层级排放源

企业层级温室气体排放核算和报告范围包括消耗化石燃料排放、过程排放、含碳产品隐含的排放。

- a) **消耗化石燃料排放**：外购燃料在各种类型的生产设备（如焦炉、高炉等）中用作原料或燃料用途产生的二氧化碳排放，**不包括点火助燃、运输设施和附属生产系统使用的化石燃料排放。**
- b) **过程排放**：生产过程中**碳酸盐分解、电极、外购含碳原料**（如生铁、直接还原铁、合金、废钢等）的消耗所产生的二氧化碳排放。
- c) **含碳产品隐含的排放**：生产过程中部分碳**固化在粗钢产品和外销的生铁、粗苯和焦油**中，这部分对应的二氧化碳排放予以扣减，**不扣减外销的冶金渣固碳隐含的二氧化碳排放。**

工序层级温室气体排放核算和报告范围包括：

- a) **焦化、烧结、球团、炼铁、转炉炼钢和电炉炼钢工序**：核算和报告范围为化石燃料净消耗产生的二氧化碳排放，**不包括点火助燃、运输设施使用的化石燃料排放。**
- b) **掺烧自产二次能源的化石燃料发电设施**：核算和报告范围为发电设施消耗外购燃料和自产二次能源的二氧化碳排放，**不包括点火助燃、运输设施使用的化石燃料排放。**
- c) **其他排放源**包括上述工序和设施之外的消耗化石燃料排放、及企业核算边界内的过程排放和含碳产品隐含的排放。

工序层级排放源

核算方法

企业层级温室气体排放总量 = 化石燃料燃烧排放量 + 碳酸盐分解排放量
+ 外购电极消耗排放量 + 外购含碳原料消耗排放量
- 固碳产品输出隐含碳排放量

主要工序化石燃料燃烧排放量 = (各工序化石燃料输入量 - 各工序化石燃料输出量) × 收到基低位发热量 × 单位热值含碳量 × 44/12

掺烧自产二次能源发电设施化石燃料燃烧排放量 = (工序化石燃料输入量 - 工序化石燃料输出量) × 收到基低位发热量 × 单位热值含碳量 × 44/12

其他工序排放量 = 企业层级排放量 - 主要工序排放量 - 掺烧自产二次能源发电设施排放量

核算边界与排放源

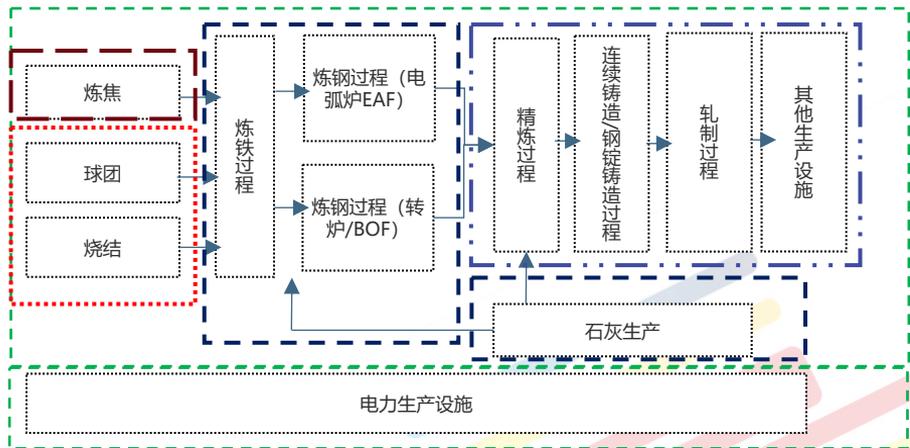


图1：欧盟指令2003/87/EC附件I中提到的集成钢铁厂活动

指令 2003/87/EC – 附件 I：包含的活动

- 在总额定热输入超过20 MW的设施中燃烧燃料（但不包括用于焚烧危险废物或市政垃圾的设施）
- 金属矿石（包括硫化矿石）焙烧或烧结，包括球团
- 铁或钢的生产（初次或二次冶炼），包括连续铸造，且生产能力超过每小时2.5吨
- 铁金属的生产或加工（包括铁合金），其中包括总额定热输入超过20 MW的燃烧装置。加工包括但不限于轧钢厂、加热炉、退火炉、锻造车间、铸造厂、涂层和酸洗
- 焦炭生产

二氧化碳排放的潜在来源

运营商应至少考虑以下排放源：

- 原材料（石灰石、白云石和碳酸铁矿的煅烧，包括 FeCO_3 ）
- 用作输入材料的工艺残渣，包括烧结厂、转炉和高炉的过滤灰尘
- 还原剂（包括焦炭、煤和塑料）
- 石墨电极的消耗
- 常规燃料（包括天然气、煤和焦炭/焦粉）
- 其他燃料
- 工艺气体（焦炉气—COG、高炉气—BFG和转炉气—BOFG）
- 烟气/废气洗涤

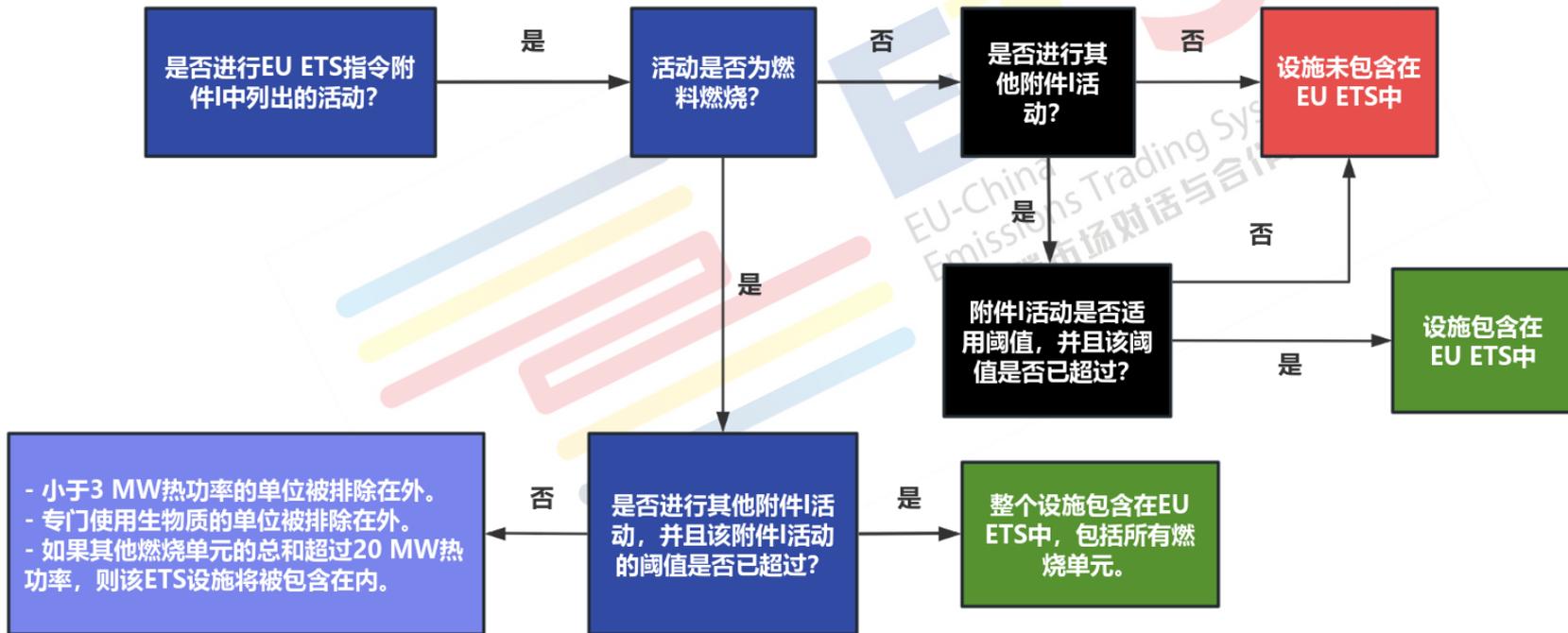
- **运营方可选择以下任一方法监测钢铁生产过程中的碳排放：**

- 根据MRR第25条及附件二第3节规定，采用质量平衡法；或
- 根据MRR第24条及附件二第2节和第4节规定，采用标准算法（至少用于部分源流），确保不会遗漏或重复计算排放量。

- **作为对MRR附件二第3.1节规定的有条件豁免，对碳含量第3级作出如下定义：**

- 运营方须根据MRR第32至35条的规定，对燃料、产品及副产品进行代表性采样，测定其碳含量及生物质比例，从而得出输入流或输出流的碳含量。成品或半成品的碳含量应通过根据MRR第32至35条进行的年度实验室分析或相关国际或国家标准规定的中位值确定。

EU ETS 的范围

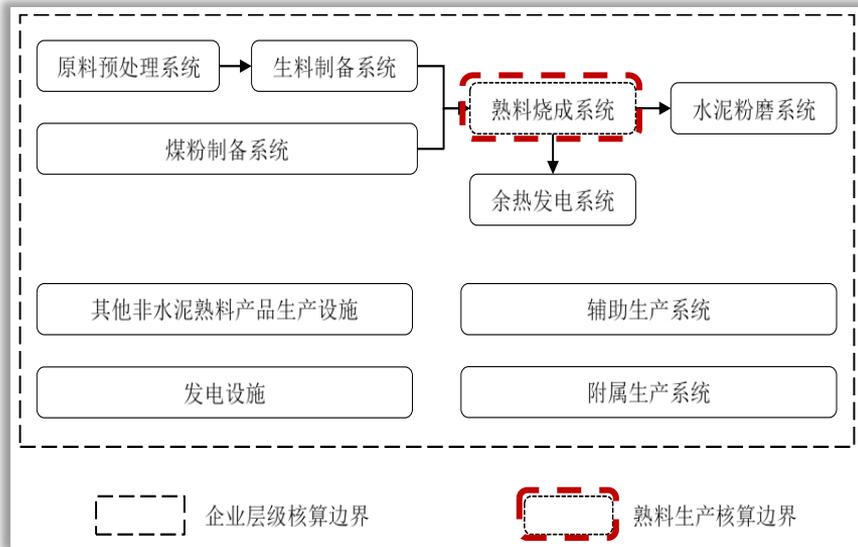


二、重点行业案例分析 —— 钢铁行业中欧碳市场对比

区域	中国碳市场	EU ETS
范围 – 气体	CO ₂	CO ₂
范围 – 活动	<ul style="list-style-type: none"> 焦化、烧结、球团化、炼铁、转炉炼钢和电弧炉炼钢工艺 企业范围内的燃料燃烧 排除：点燃、运输、辅助生产 排放实体在年温室气体排放达到26,000吨CO₂当量时，纳入全国碳排放交易体系。 	<ul style="list-style-type: none"> 设施中燃料的燃烧、金属矿石的焙烧或烧结、铁或钢的生产、铁金属的生产或加工、焦炭的生产 <p>注：根据指令2003/87/EC附件I的容量阈值和活动规格适用。</p>
范围 – 排放源	<ul style="list-style-type: none"> 燃烧排放（燃料、工艺气体） 来自煅烧、还原剂消耗和碳电极的工艺排放 嵌入式排放——部分扣除 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料（常规、其他、工艺气体） 煅烧、还原的工艺输入 烟气/工艺气体洗涤 启动、停机和应急排放，包括点燃和辅助工艺系统 排除：移动运输源
排放估算	<ul style="list-style-type: none"> 企业级：质量平衡方法（无层级） 燃料燃烧：基于输入的估算（无层级） 其他工艺排放：企业级排放——燃料燃烧排放 	<ul style="list-style-type: none"> 设施级监测和报告 燃烧排放：标准方法（有层级） 铁钢生产的工艺排放：质量平衡或标准方法（有层级） 其他工艺排放：标准方法（有层级）
报告细分	<ul style="list-style-type: none"> 企业级 燃料燃烧主要活动 燃料燃烧发电 其他工艺的燃烧和工艺排放 	<ul style="list-style-type: none"> 根据指令2003/87/EC附件I中规定的活动，包括燃烧排放和工艺排放 基础数据，如活动数据、排放因子、氧化因子、单独来源流（燃料/材料）的碳含量；生物质使用/排放

二、中国碳市场重点行业案例分析——水泥行业

核算边界



熟料生产设施层级：熟料烧成系统，包括**预热器、分解炉、水泥窑**等

企业层级：以水泥熟料生产为主营业务的法人或视同法人的独立核算单位为边界，包括**主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统**产生的温室气体排放；存在未纳入全国碳排放权交易市场的发电设施的，按照本指南要求一并核算与报告其温室气体排放量；存在纳入全国碳排放权交易市场的发电设施的，直接引用其经核算的二氧化碳排放量；存在**其他非水泥熟料产品生产的**，应按照适用行业的核算与报告指南，核算与报告其温室气体排放量。

二、中国碳市场重点行业案例分析——水泥行业

排放源

熟料生产设施层级：

- **化石燃料燃烧排放：**化石燃料在水泥窑中燃烧产生的二氧化碳排放，不包括替代燃料燃烧产生的二氧化碳排放，也不包括水泥窑点火柴油燃烧产生的二氧化碳排放；
- **过程排放：**熟料对应的碳酸盐分解产生的二氧化碳排放，不包括窑炉排气筒（窑头）粉尘和旁路放风粉尘对应的碳酸盐分解产生的二氧化碳排放，也不包括生料中非燃料碳煅烧产生的二氧化碳排放。

企业层级：

- 水泥熟料生产二氧化碳排放、发电设施和其他非水泥熟料产品生产设施产生的化石燃料燃烧排放和过程排放；
- **化石燃料燃烧排放：**化石燃料在各种类型的固定或移动燃烧设备（如窑炉、**锅炉、内燃机、运输车辆等**）中燃烧产生的二氧化碳排放；
- **过程排放：**熟料对应的碳酸盐分解产生的二氧化碳排放。

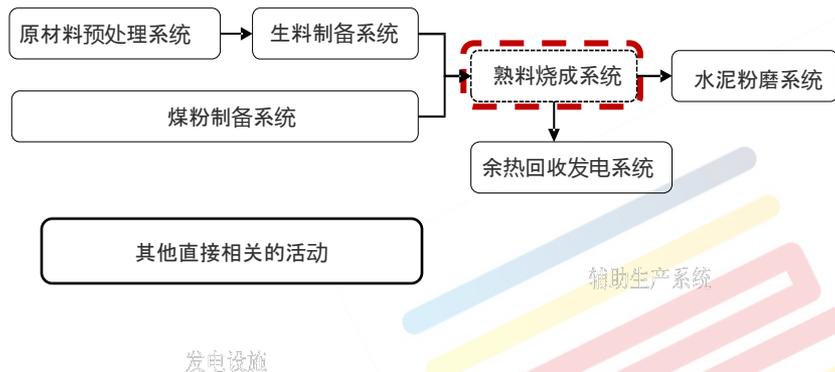
核算方法

熟料生产二氧化碳排放总量 = 各生产线化石燃料燃烧排放量 + 各生产线过程排放量

- **化石燃料燃烧排放量** = $\sum(\text{化石燃料消耗量} \times \text{收到基低位发热量} \times \text{单位热值含碳量} \times \text{碳氧化率} \times 44/12)$
- **过程排放量** = **熟料产量** \times 过程排放因子 - $\sum(\text{非碳酸盐替代原料消耗量} \times \text{扣减系数})$

企业层级温室气体排放总量 = 水泥熟料生产设施排放量 + 发电设施排放量
+ 其他非水泥熟料产品生产设施排放量

核算边界与排放源



运营商应至少考虑以下排放源：

- 生料中的石灰石煅烧
- 回转窑中使用的常规化石燃料
- 替代化石燃料和原料用于回转窑
- 生物质回转窑燃料（生物质废料）
- 非回转窑燃料
- 石灰石和页岩的有机含量
- 用于废气洗涤的原料

指令 2003/87/EC – 附件 I：包括的活动：

在生产能力超过每天500吨的回转窑中生产水泥熟料，或在其他生产能力超过每天50吨的炉中生产水泥熟料。

核算方法

方法A——基于窑炉输入

- 水泥窑灰和旁路粉尘若离开窑炉系统，不计入原料工艺输入，其排放应按照附件四第9节C部分的规定单独计算；
- 除非已对生料进行特性分析，否则活动数据的不确定性要求必须单独适用于每个相关含碳窑炉输入，确保不会因返回或旁路物料而遗漏或重复计算排放量。
- 若活动数据以熟料产量为基础，生料净输入量可通过现场设施特定的生料/熟料经验比推算；
- 生料/熟料比须至少每年更新一次，并应遵循行业最佳实践指南。

方法B——基于熟料输出

- 报告期内熟料产量（吨）可通过以下任一方式确定：（a）直接称重；或（b）基于水泥发运量，通过物料平衡计算（考虑熟料发运量、熟料供应量及熟料库存变化），具体计算公式如下：

$$\text{熟料产量 [吨]} = ((\text{水泥发运量 [吨]} - \text{水泥库存变化 [吨]}) \times \text{熟料/水泥比} \\ [\text{吨熟料} / \text{吨水泥}]) - (\text{熟料供应量 [吨]}) + (\text{熟料发运量 [吨]}) - (\text{熟料库存变化 [吨]})$$

- 运营方必须根据MRR第32至35条的规定分别推导各类水泥产品的熟料/水泥比，或通过水泥发运量与库存变化之差值，结合所有掺合料（包括旁路粉尘和水泥窑灰）的使用量，计算该比值；
- 作为对MRR附件二第4节规定的有条件豁免，应采用固定排放因子：0.525 吨二氧化碳/吨熟料。

核算方法

➤ 废弃粉尘相关排放:

- 运营方需在对水泥窑灰的部分煅烧率进行校正后，将离开窑炉系统的旁路粉尘或水泥窑灰产生的二氧化碳排放计入总排放量；
- 作为对MRR附件二第4节规定的有条件豁免，对排放因子作出如下定义：
 - 第1级：采用固定排放因子，即0.525 吨二氧化碳 / 吨粉尘；
 - 第2级：排放因子须至少每年根据MRR第32至35条的规定测定，并采用以下公式计算：

$$EF_{CKD} = (EF_{C_{li}} / (1 + EF_{C_{li}}) \cdot d) \cdot (1 - ((EF_{C_{li}} / (1 + EF_{C_{li}}) \cdot d))$$

其中：

EF_{CKD} = 部分煅烧水泥窑灰 (CKD) 的排放因子 [吨二氧化碳/吨水泥窑灰]

$EF_{C_{li}}$ = 设施特定的熟料排放因子 [吨二氧化碳/吨熟料]

d = 水泥窑灰煅烧程度 (即释放的二氧化碳占生料混合物中总碳酸盐二氧化碳的百分比)

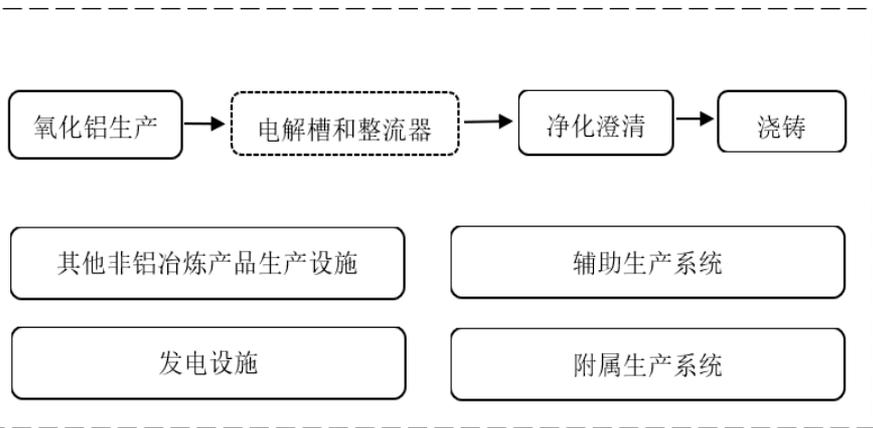
➤ 生料中非碳酸盐碳产生的排放:

- 运营方须至少测定窑炉生料所用石灰石、页岩或替代原料 (如飞灰) 中的非碳酸盐碳产生的排放
- 以下层级定义适用排放因子：
 - 第1级：相关原料中的非碳酸盐碳含量根据行业最佳实践指南进行估算
 - 第2级：相关原料中的非碳酸盐碳含量须根据MRR第32至35条的规定至少每年测定一次

二、重点行业案例分析 —— 水泥行业中欧碳市场对比

区域	中国碳市场	EU ETS
范围 – 气体	CO ₂	CO ₂
范围 – 活动	<ul style="list-style-type: none"> 设施级：熟料生产 企业级：设施级 + 其他生产/发电的排放 	<ul style="list-style-type: none"> 设施级：熟料生产
范围 – 排放源	<ul style="list-style-type: none"> 来自熟料生产的燃烧排放和工艺排放 排除：回转窑中替代燃料的燃烧和点燃，窑排气/旁路排气尘的工艺排放，生料中非燃料碳的煅烧排放。 来自其他生产的燃烧/工艺排放，包括发电。 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料（常规、其他、工艺气体） 煅烧、还原的工艺输入 包括水泥窑尘（CKD）和旁路尘的排放；还包括生料输入中非碳酸盐碳的排放 烟气/工艺气体洗涤 启动、停机和应急排放，包括点燃 排除：移动运输源
排放估算	<ul style="list-style-type: none"> 燃烧排放：基于输入的估算（无层级） 煅烧过程排放：基于输出的估算（无层级） 	<ul style="list-style-type: none"> 燃烧排放：标准方法（有层级） 水泥生产的工艺排放：质量平衡 工艺排放：基于输入的估算 或 基于输出的估算（有层级）
报告细分	<ul style="list-style-type: none"> 熟料生产的燃烧和工艺排放 发电的燃烧排放 其他工艺的燃烧和工艺排放 	<ul style="list-style-type: none"> 根据指令2003/87/EC附件I中规定的活动，包括燃烧排放与工艺排放 基础数据，如活动数据、排放因子、氧化因子、生物质排放

核算边界



企业层级核算边界 铝电解工序核算边界

图2 核算边界示意图

铝电解工序层级：铝电解工序层级核算边界包括**电解槽和整流器**的集合。

企业层级：企业层级核算是以铝冶炼生产为主营业务的法人或视同法人的独立核算单位为边界，温室气体排放核算和报告范围包括：**主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统**产生的温室气体排放。

铝冶炼企业存在未纳入全国碳排放权交易市场的发电设施的，一并核算与报告其温室气体排放量。铝冶炼企业存在纳入全国碳排放权交易市场的发电设施的，直接引经核算的二氧化碳排放量。存在其他非铝冶炼产品生产的，应按照适用的行业核算与报告要求，核算与报告其温室气体排放量。

排放源

铝电解工序层级：

- **能源作为原材料用途的排放：**铝电解工序阳极作为原材料消耗产生的二氧化碳排放。
- **阳极效应排放：**阳极效应所导致的四氟化碳（ CF_4 ）和六氟化二碳（ C_2F_6 ）排放。

企业层级：

- **能源作为原材料用途的排放：**铝电解工序阳极作为原材料消耗产生的二氧化碳排放。
- **阳极效应排放：**阳极效应所导致的四氟化碳（ CF_4 ）和六氟化二碳（ C_2F_6 ）排放。
- **化石燃料燃烧排放：**化石燃料在各种类型的固定或移动燃烧设备（如锅炉、窑炉、内燃机、运输车辆等）中与氧气发生氧化过程产生的二氧化碳排放。
- **碳酸盐分解排放：**如石灰石（主要成分为碳酸钙）或纯碱（主要成分为碳酸钠）等碳酸盐在生产过程中发生了碳酸盐分解化学反应，则还包括碳酸盐分解所产生的二氧化碳排放。

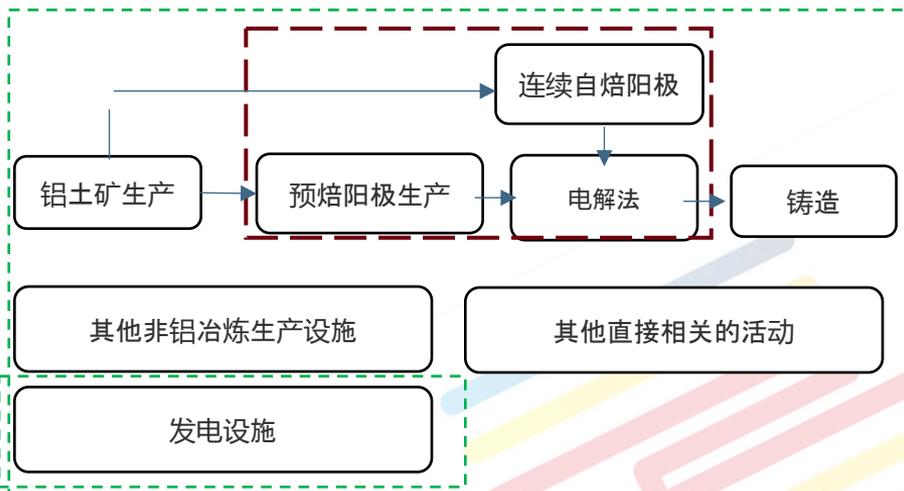
核算方法

铝电解工序二氧化碳排放总量 = 各工序化能源作为原材料用途的排放量 + 各工序阳极效应排放量

- 能源作为原材料排放量 = $C_{\text{阳极净耗}} \times (1 - S_{\text{阳极}} - A_{\text{阳极}}) \times 44/12$
- 阳极效应排放量 = $EF_{\text{CF}_4} \times P_j \times GWP_{\text{CF}_4} \times 10^{-3} + EF_{\text{C}_2\text{F}_6} \times P_j \times GWP_{\text{C}_2\text{F}_6} \times 10^{-3}$

企业层级温室气体排放总量 = 铝冶炼设施排放量 + 发电设施排放量
+ 其他非铝冶炼产品生产设施排放量

核算边界与排放源



运营商应至少考虑以下排放源:

- 电极生产（包括独立厂）和电解过程中的电极消耗
- 生产热量或蒸汽的燃料
- 电极生产
- 电解过程中 Al_2O_3 的还原与电极消耗相关
- 用于废气洗涤的纯碱或其他碳酸盐

指令 2003/87/EC – 附件 I: 包括的活动:

- 生产初级铝或铝土矿
- 在总额定热输入超过20 MW的设施中燃烧燃料
(危废或市政废弃物焚烧设施除外)

PFCs (氟化温室气体)

- 由于阳极效应产生的PFCs (包括逃逸排放)
- 不由阳极效应产生的PFCs

核算方法

- PFC排放总量包含烟道或排气筒中的可测排放（“点源排放”）与无组织排放，采用烟道的收集效率计算：

$$\text{PFC 排放总量} = \text{烟道排放量} / \text{收集效率}$$

- 确定设施特定排放因子时，须测量收集效率，具体操作应遵循2006年IPCC指南第4.4.2.4节第3级所列的最新版指南。
- 运营方应采用以下任一方法计算通过烟道或排气筒排放的四氟化碳（CF₄）和六氟乙烷（C₂F₆）：
 - 方法 A：记录每槽日的阳极效应分钟数；
 - 方法 B：记录阳极效应过电压。

运营方须根据 CF₄ 和 C₂F₆ 排放量，并采用MRR附件六第3节表6中列明的全球变暖潜能值（GWP），计算 CO_{2(e)}排放量，计算公式如下：

$$\text{PFC排放量 [吨 CO}_{2(e)}\text{]} = \text{CF}_4\text{排放量 [吨]} \times \text{GWP}_{\text{CF}_4} + \text{C}_2\text{F}_6\text{排放量 [吨]} \times \text{GWP}_{\text{C}_2\text{F}_6}$$

二、重点行业案例分析 —— 铝冶炼行业中欧碳市场对比

区域	中国碳市场	EU ETS
范围 – 气体	CO ₂ , CF ₄ , C ₂ F ₆	CO ₂ , CF ₄ , C ₂ F ₆
范围 – 活动	<ul style="list-style-type: none"> 设施级：电解过程中的阳极消耗，阳极效应产生的逃逸排放 企业级：设施级 + 来自其他生产/发电的排放 	<ul style="list-style-type: none"> 初级铝生产 燃料燃烧 <p>注：根据指令2003/87/EC附件I的容量阈值适用</p> <ul style="list-style-type: none"> 启动、停机和应急排放，包括点燃 排除：移动运输源
范围 – 排放源	<ul style="list-style-type: none"> 阳极消耗和阳极效应产生的工艺排放 煅烧过程的燃烧排放/工艺排放（例如石灰石、纯碱） 其他生产的燃烧/工艺排放，包括发电 包括来自移动源的燃烧排放 	<ul style="list-style-type: none"> 煅烧、还原工艺的燃料输入 阳极生产 电解过程中阳极的消耗 阳极效应产生的PFCs，非阳极效应产生的PFCs 用于废气洗涤的碳酸盐
排放估算	<ul style="list-style-type: none"> 阳极消耗和燃烧：基于输入的估算，“能源作为原料”（无层级） PFCs：基于初级铝生产并使用默认值（无层级） 其他工艺的燃烧和工艺排放：基于输入的估算（无层级） 	<ul style="list-style-type: none"> 阳极消耗和生产：质量平衡法（有层级） 燃烧排放：标准方法（有层级）或包括在质量平衡中 PFCs：斜率法或过电压法（有层级）
报告细分	<ul style="list-style-type: none"> 铝冶炼的燃烧和工艺排放 发电的燃烧排放 其他工艺的燃烧和工艺排放 	<ul style="list-style-type: none"> 根据指令2003/87/EC附件I中规定的活动，包括燃烧排放与工艺排放，按气体分类 基础数据，如活动数据、排放因子、氧化因子、生物质排放

三、对比分析启示



排放量分类管理与数据监测

EU ETS根据行业类型和排放量实施行业特定的分类管理，对高排放行业和主要排放源采取更严格的监测要求，采用分级管理方法。中国碳市场已采用行业分类管理，但在某些行业的监测精度和报告标准方面仍存在差距。建议进一步细化分类管理，并应用分级方法，特别是对高排放行业采取更严格的监测标准，以提高数据的透明度和准确性。

缺省值选取

EU ETS的MRR规则根据排放源类型和排放量选择缺省值，特别在燃料使用方面，对不同能源的碳含量和热值进行了标准化测量。中国可借鉴此方法，根据煤种、热值和碳含量等因素细化核算，并根据地区差异制定缺省值规则，提高准确度。同时，可以参考EU ETS对不同设施类型的标准，实施精准的排放核算与报告。

Thank you for your attention!

E-mail: niexi@cqc.com.cn