



中欧碳市场 2025 年师资培训-培训手册

欧盟碳市场相关课程及案例研究



负责编制的欧盟专家：

Machtelt Oudenæs, Robert Gemmill, Wolfgang Eichhammer, and Sina Wartmann

目录

缩略语表..... 3

1. 师资培训计划简介..... 4

2. 欧盟培训与指导材料的路线图 6

2.1. 碳排放交易体系简介.....8

2.2. 欧盟碳排放交易体系治理体系概述.....9

2.3. 配额分配的监测、报告与核查要求.....9

2.4. 欧盟碳排放交易体系的核算边界.....9

2.5. 监测方法：第一部分 基于计算的方法 10

2.6. 监测方法：第二部分—连续排放监测系统..... 11

2.7. 分级方法的应用..... 12

2.8. 质量保证和质量控制..... 13

2.9. 监测计划 14

2.10. 报告..... 15

2.11. 核查..... 16

2.12. 主管部门间的管理与协调 18

2.13. 跨行业及特定行业的监测、报告与核查议题..... 19

3. 师资培训计划中纳入欧盟主题的主要原因及关键注意事项 21

3.1. 碳排放交易体系介绍..... 21

3.2. 欧盟碳排放交易体系治理体系概述..... 21

3.3. 配额分配的监测、报告与核查要求..... 22

3.4. 核算边界 23

3.5. 监测方法：第一部分 基于计算的方法 24

3.6. 监测方法：第二部分 连续排放监测系统..... 25

3.7. 分级方法的应用..... 26

3.8. 质量保证和质量控制..... 27

3.9. 监测计划 28

3.10. 报告..... 29

3.11. 核查..... 30

3.12. 主管部门间的管理与协调 32

3.13. 跨行业与特定行业的监测、报告与核查问题..... 33

4. 欧盟对师资培训计划自学及集中培训所作贡献的介绍 35

4.1. 2024 年师资培训试点计划中既往欧盟案例研究概览..... 35

4.2.	欧盟针对 2025 年师资培训采用的方法.....	36
4.3.	2025 年师资培训计划集中培训中的欧盟跨行业演示.....	36
4.4.	2025 年师资培训计划的案例研究概述.....	37
5.	师资培训计划自学阶段欧盟案例研究第一部分——未附答案的案例与问题.....	42
5.1.	欧盟案例研究第一部分：钢铁.....	42
5.2.	欧盟案例研究第一部分：水泥.....	47
5.3.	欧盟案例研究第一部分：铝.....	53
6.	师资培训计划自学阶段欧盟案例研究第一部分——含标准答案	59
6.1.	欧盟案例研究第一部分：钢铁（含标准答案）	59
6.2.	欧盟案例研究第一部分：水泥（含标准答案）	66
6.3.	欧盟案例研究第一部分：铝（含标准答案）	71
7.	集中培训跨行业培训课件汇总	77
7.1.	培训课件：标准监测方法与质量平衡监测方法对比	77
7.2.	培训课件：取样与分析	78
7.3.	培训课件：不确定度评估	78
7.4.	培训课件：数据缺口.....	79
7.5.	培训课件：替代燃料的监测和报告.....	80
7.6.	培训课件：缺省因子的代表性.....	80
7.7.	培训课件：分级方法中涉及的不合理成本和技术可行性	81
8.	师资培训计划集中培训阶段欧盟案例研究第二部分——未附答案的案例与问题.....	82
8.1.	欧盟案例研究第二部分：钢铁.....	82
8.2.	欧盟案例研究第二部分：水泥.....	91
8.3.	欧盟案例研究第二部分：铝.....	99
9.	师资培训计划集中培训阶段欧盟案例研究第二部分——含标准答案	109
9.1.	欧盟案例研究第二部分：钢铁（含标准答案）	109
9.2.	欧盟案例研究第二部分：水泥（含标准答案）	114
9.3.	欧盟案例研究第二部分：铝（含标准答案）	123
10.	补充信息	131
附件一：欧盟委员会为支持欧盟碳排放交易体系《监测与报告条例》和《认证与核查条例》而发布的文件（指南、模板、工具与范例）		133
附件二：关键主题与补充材料概览.....		137
附件三：欧盟提供的试题与答案		144

附件四：基础培训与集中培训期间的培训课件（单独附件）

缩略语表

AVR	《认证与核查条例》（欧盟碳排放交易体系）
CCR	催化裂化装置再生器
DCS	分布式控制系统
CBAM	碳边境调节机制
CEMS	连续排放监测系统
ETS	碳排放交易体系
FA-DB	燃料核算数据库
GCA	气相色谱分析仪
GHG	温室气体
GO	轻柴油
HAC	热量核算计算器
HFO	重质燃料油
HiC	高碳灰，再燃
LIMS	实验室信息系统
MRV	监测、报告与核查
NG	天然气
PI	工厂信息系统
MRR	《监测与报告条例》（欧盟碳排放交易体系）
RFG	炼油厂燃料气
RFO	炼油厂燃料油
TtT	师资培训

1. 师资培训项目简介

本培训手册旨在支持欧盟专家为2025年“师资培训”（TtT）项目所贡献的内容，该项目重点关注中国水泥、钢铁和电解铝生产行业及相关管理机构的要求。培训于2025年5月至9月开展，旨在将参与的学员培养成为讲师，掌握中国碳排放交易体系（ETS）相关的核算要求。

更广泛的培训目标包括：

- 提高中国碳排放交易体系实施的正确性和一致性。
- 提高中国碳排放交易体系的实施效率。
- 提高与中国碳排放交易体系相关的监测、报告与核查（MRV）质量。
- 保证碳排放量的“报告吨数”与“实际吨数”一致。
- 关注中国和欧盟碳排放交易体系的差异识别，促进两个体系相互借鉴以及未来协同发展，便于比较。

2025年师资培训计划沿用了与2024年面向中国发电行业相关学员开展的师资培训试点类似的方法。但是2025年师资培训计划在试点收到的各种建议和经验教训的基础上更进一步，包括：（i）增加更多学员可能会感兴趣的欧盟碳市场主题，如欧盟碳排放交易体系治理体系以及与欧盟碳排放交易体系配额分配相关的监测、报告与核查工作；（ii）深化部分主题，如欧盟碳排放交易体系分级方法；（iii）细化部分主题，例如，与采用连续排放监测和做出相关质量保证相比，可以更清晰、更详细地强调核算方法中的监测问题；（iv）纳入更多案例研究。

不可避免地，2025年师资培训计划需要涉及与水泥、钢铁和电解铝生产相关的更多特定行业要求，但同时也利用培训机会，强调欧盟碳排放交易体系中监测、报告与核查工作的跨行业性，即其适用于欧盟碳排放交易体系下所有工业领域的设施经营者。采用普遍的跨行业方法至关重要，能促进各行业采用一致、公平的方法方面建立信心，并且有助于提高碳排放交易体系的实施效率。这也会影响到中国的碳排放交易体系，特别是在不久的将来，会有更多新的工业行业被纳入其中。

师资培训主要由以下三个部分组成：

- **基础培训：**聚焦关键主题的在线培训，以提升对碳排放交易体系（尤其是欧盟碳排放交易体系）中良好监测、报告与核查实践的认知。在实施温室气体排放交易体系方面，欧盟拥有20年的经验，期间吸取了许多教训并做出了改进。基础培训的主要目的是分享见解，包括主要经验教训，以增强对中国正在采用的类似方法的信心，或提出未来可能考虑的改进建议。此外，欧盟的部分实践有助于应对当前的实施挑战，解答学员关于如何应对监测、报告与核查工作中具体挑战的疑问（例如，如何处理涉及不确定度评估和校准的问题）。
- **自学：**针对涵盖中国碳排放交易体系建立的碳市场、法规与配额分配方案，以及相关核算（监测、报告与核查）要求的短期在线课程。并且，其中两门课程比较了中国碳排放交易体系与欧盟碳排放交易体系的核心要素。这些课程（含培训课件与视频课件）由中国专家编写，欧盟专家为对比分析提供了意见。本手册不

包含此部分的课程资料。欧盟专家进一步编制了三个欧盟案例研究内容，并将其纳入 2025 年自学材料中，以便初步了解欧盟碳排放交易体系对水泥、钢铁和电解铝生产的覆盖范围，缓解集中集中培训阶段深入讨论相关监测、报告与核查内容的时间压力。

- **集中培训：**基于现场互动式知识分享，聚焦关键主题领域，随后通过案例学习（案例研究）阐述关键内容在实践中如何实施。更深入的欧盟案例研究辅以七个欧盟碳排放交易体系监测、报告与核查相关问题的跨行业培训课件，涉及质量平衡法与标准计算法的对比、不确定度评估、技术可行性与不合理成本的处理方法。这些内容注重从欧盟碳排放交易体系中吸取经验教训，并解释了关键要求的实施方式。

本手册的主要目的是汇总所有欧盟相关材料，包括作为自学阶段和集中培训阶段组成部分的案例研究中所提出问题的标准答案，并酌情补充更多背景信息，这有助于未来的培训师为自身演示获得更深入的理解。

第 2 节提供了一张路线图，将欧方专家对师资培训计划所作的贡献与更多可用指南的具体部分联系起来。第 3 节说明了基础培训培训课件的选题理由、培训演示中应强调的要点（含欧盟碳排放交易体系的经验教训）以及这些主题如何与欧盟对自学和集中培训所作贡献相关联。第 4 节介绍了与欧盟碳排放交易体系相关的自学和集中培训材料，并解释了这两个阶段所采用的方法。第 5 节提供了自学阶段使用的钢铁、水泥和铝行业入门级（第一部分）案例研究，第 6 节则包含了这些案例研究中相关问题的标准答案。第 7 节、第 8 节和第 9 节均涵盖集中培训材料。第 7 节总结了选定的监测与报告跨行业议题，供在集中培训中进一步思考。第 8 节介绍了三个行业的更详细（第二部分）案例研究，第 9 节则包含这些详细案例研究中相关问题的标准答案。手册的最后部分是对培训（关于欧方专家投入）的最终看法、结论与建议，以及进一步指导文件的主要来源获取说明。

附件一列出了欧盟委员会发布的与欧盟碳排放交易体系相关的出版物，包括指南和工具。附件二提供了与欧盟碳排放交易体系关键主题相关的进一步阅读材料清单。附件三分别列出了欧方专家为师资培训计划的基础培训与集中培训结业考试所提供的相关问题和答案。基础培训培训课件及集中培训期间涉及的跨行业议题和案例研究培训课件的副本，收录于本手册的独立附件（附件四）中。

2. 欧盟专家准备培训与教学材料的路径

本章总结了了解欧盟碳排放交易体系监测、报告与核查关键环节的部分培训材料及欧盟出台的进一步政策文件的路线图。旨在快速概览所有欧盟相关的教学材料，具体可查阅欧盟委员会官网发布的官方快速指南（链接如下）。

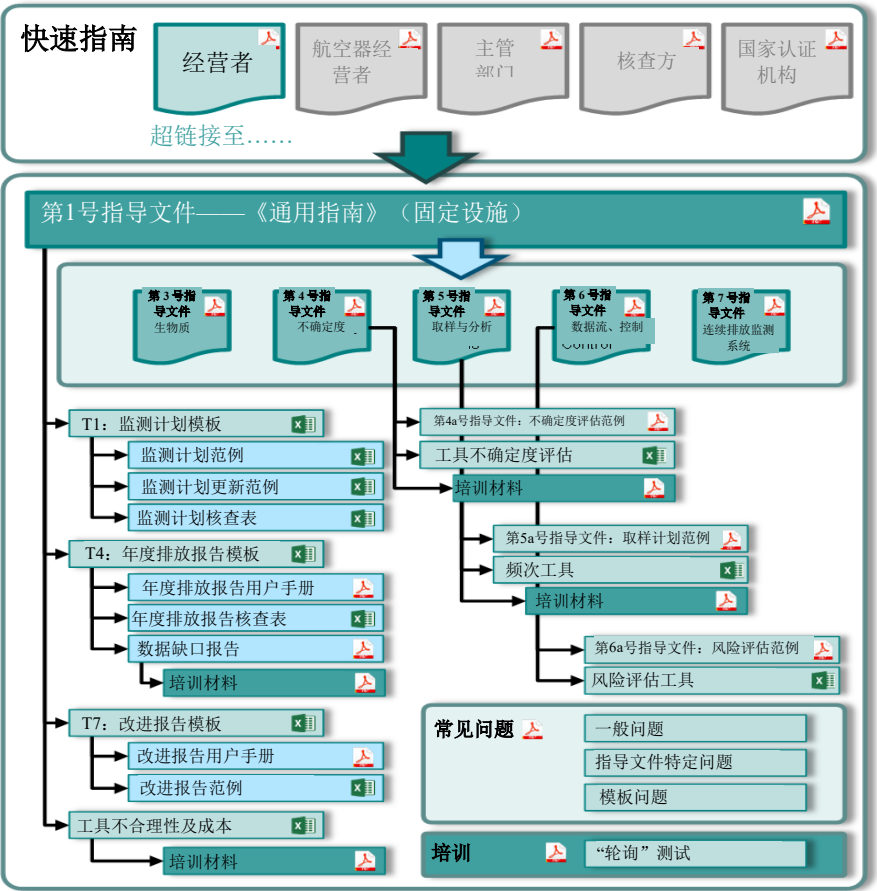
1. [《设施经营者快速指南》](#)
2. [《主管部门快速指南》](#)
3. [《核查方快速指南》](#)
4. [《认证机构快速指南》](#)

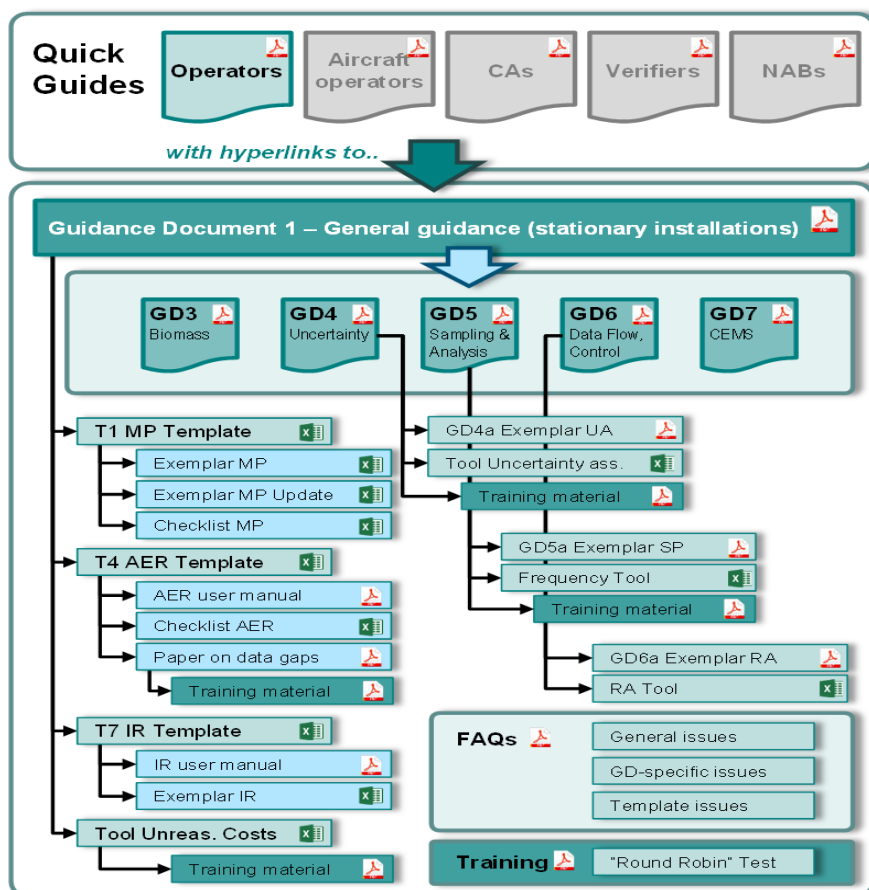
这些快速指南包含欧盟委员会为支持《欧盟碳排放交易体系监测与报告条例》（以下简称“《监测与报告条例》”，即 MRR）¹和《认证与核查条例》（以下简称“《认证与核查条例》”，即 AVR）²的实施而发布的更加详细的指导文件、模板、范例、工具和培训材料的参考资料。就中国碳排放交易体系的培训而言，虽然无需全面理解这些详细文件的内容，但作为碳市场培训师了解可用辅助材料的范围后，可能会有所帮助。

¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02018R2066-20250527>

² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02018R2067-20250622>

图 1：为支持《监测与报告条例》而发布的辅助指南和工具汇总（摘自欧盟委员会的《设施经营者快速指南》）





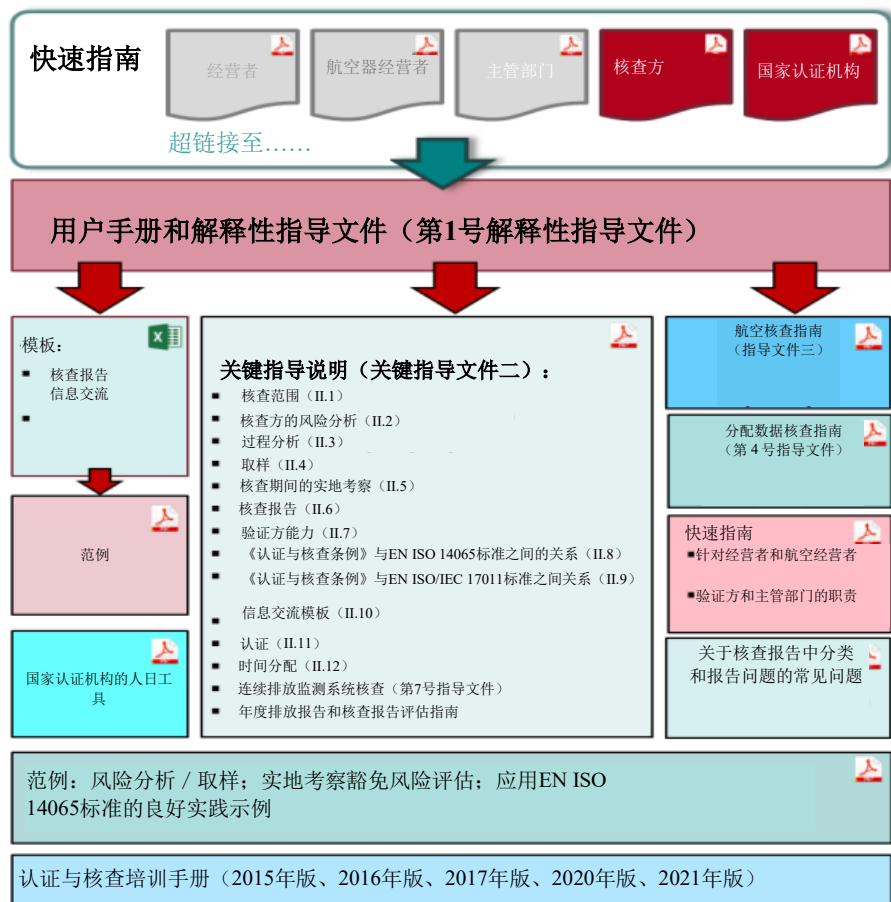
总结了关于《监测与报告条例》的可用指导材料和工具。

第1号指导文件为总体指导文件，其中包含关于监测与报告的所有关键概念的一般性指导：核算边界关键信息、分级方法、基于计算和基于测量的方法的关键概念以及监测计划相关问题。

其他指导文件则包含有关各项监测与报告内容的更具体信息。针对各种所需文件，如监测计划，欧盟委员会已制定模板。已发布文件的更完整说明，见附件一。

图2总结了关于《认证与核查条例》要求的可用指导材料和工具。解释性指导文件为总体指导文件，其描述了核查的概念和原则、核查流程的步骤以及核查报告。此外，该文件还就核查方需具备的能力和公正性，以及对核查方的认证和监督提供了总体指导。关键指导文件与其他指导材料中包含有关核查与认证问题的具体指导。针对各种所需文件，如核查报告，欧盟委员会已制定模板。已发布文件的更完整说明，见附件一。

图 2： 为支持《认证与核查条例》而发布的辅助指南和工具汇总（摘自欧盟委员会的《核查方快速指南》）



下文第 2.1–2.13 小节依次对应基础培训课程培训课件涵盖的十三个主题，并在相关情况下指明了与后续钢铁、水泥和电解铝生产方面的欧盟案例研究及跨行业问题培训课件的关联，同时提供了更多背景信息来源。附件二概述了这些主题，并引用了相关培训材料和可进一步查阅的指导文件。

2.1. 碳排放交易体系简介

培训材料	建议的进一步指导文件
基础培训 欧盟关于碳排放交易体系概述的培训课件 (附件四第 1 节第 04 条)	《监测与报告条例》第 1 号指导文件的第 3 章和第 4.1 节——设施监测与报告

[《监测与报告条例》第 1 号指导文件](#)的第 3 章进一步阐述了健全的监测、报告与核查对于任何碳排放交易体系（包括欧盟碳排放交易体系）的重要性。该部分还概述了欧盟碳排放交易体系设定的合规周期，包括相关的角色与职责。

[《监测与报告条例》第 1 号指导文件](#)的第 4.1 节进一步介绍了健全的碳排放交易体系监测与报告原则的相关背景。

2.2. 欧盟碳排放交易体系治理体系概述

培训材料	建议的进一步指导文件
<u>基础培训</u> 关于欧盟碳排放交易体系治理体系概述的培训课件（附件四第 1 节第 05 条）	关于对第 21 条答复分析的技术报告

关于对[第 21 条答复分析的技术报告](#)提供了有关国家制度治理结构的进一步信息。

2.3. 配额分配的监测、报告与核查要求

培训材料	建议的进一步指导文件
<u>基础培训</u> 概述欧盟碳排放交易体系下免费配额分配历史及相关监测、报告与核查要求的培训课件（附件四第 1 节第 08 条）	欧盟委员会第 2019/1842 号实施条例 欧盟委员会第 2019/331 号授权条例

2.4. 欧盟碳排放交易体系的核算边界

培训材料	建议的进一步指导文件
<u>基础培训</u> 关于核算边界的培训课件（附件四第 1 节第 09 ~ 10 条） <u>自学与集中培训</u> 支撑关于钢铁、水泥和电解铝生产的所有欧盟案例研究的重要信息（见本手册第 0 节（第一部分 案例）、第 6 节（第一部分 案例标准答案）、0 节（第二部分 案例）和 0 节（第二部分 案例标准答案））	铝行业：《监测与报告条例》附件四第 7 节和第 8 节 水泥行业：《监测与报告条例》附件四第 6 节 钢铁行业：《监测与报告条例》附件四第 5 节 《监测与报告条例》第 1 号指导文件的第 4.2 节和第 4.4 节——设施监测与报告《欧盟碳排放交易体系指令》附件一解释指南，重点关注该指南第 2 ~ 5 节以及第 8 节

[《监测与报告条例》第 1 号指导文件](#)的第 4.2 节解释了与理解欧盟碳排放交易体系设施的核算边界相关的定义：源流、排放源、测量点、排放点和技术单元的定义。

[《监测与报告条例》第 1 号指导文件](#)的第 4.4 节解释了欧盟碳排放交易体系对不同类别设施、源流和排放源的分类方法。这些类别与应用分级方法和确定适用监测方法有关（见下文第 0 节）。

[《欧盟碳排放交易体系指令》附件一解释指南](#)提供了关于欧盟碳排放交易体系范围的详细信息：设施的定义、纳入欧盟碳排放交易体系的活动类型、如何解释燃烧活动

以及欧盟碳排放交易体系排除的活动类型。该指南第2节提供了关于欧盟碳排放交易体系中设施概念的信息，第3节至第5节解释了设施活动何时属于欧盟碳排放交易体系范围。关于欧盟碳排放交易体系包含的所有活动的快速概览，参见该指南附件第8.2节。

2.5. 监测方法：第一部分 基于计算的方法

培训材料	子主题	进一步指导文件
基础培训 关于基于计算的监测方法的培训课件（附件四第1节第13条） 自学与集中培训 支撑关于钢铁、水泥和电解铝生产的欧盟案例研究的基础信息（见本手册第0节（第一部分 案例）、第60节（第一部分 案例标准答案）、第8节（第二部分 案例）和第9节（第二部分 案例标准答案）） 以下跨行业培训课件相关内容： - “质量平衡法与标准计算法对比”（见附件四第2节） - “不确定度评估”（见附件四第2节） - “取样与分析”（见附件四第2节） - “缺省值与实际值对比（缺省值的代表性）”（见附件四第2节）	排放量计算良好实践	《监测与报告条例》第1号指导文件的第4.3节和第6章——设施监测与报告
	取样 / 分析	《监测与报告条例》第5号指导文件——取样与分析
	缺省值	《监测与报告条例》第30条、第31条以及附件二和附件六 《监测与报告条例》第1号指导文件的第6.2.1节——设施监测与报告
	与测量相关的不确定度	《监测与报告条例》第1号指导文件的第4.7节——设施监测与报告 《监测与报告条例》第4号指导文件的第2~4节——不确定度评估 不确定度评估培训材料

[《监测与报告条例》第1号指导文件](#)的第4.3节指出，可以从《监测与报告条例》允许的各种方法中选择一种监测方法：使用标准方法计算；通过质量平衡法计算；在特殊情况下使用备用方法；通过连续排放监测系统测量；或组合使用上述方法。所采用的方法必须得到主管部门（监管机构）的批准，作为监测计划批准的一部分。

第4.3.1节概述了标准方法的计算原则。

第 4.3.2 节概述了质量平衡法的计算方法。

[《监测与报告条例》第 1 号指导文件](#)的第 6 章更详细地探讨了各类基于计算的方法的主要内容，包括与层级要求（另见下文第 2.7 节）、监测计划相关要素（另见下文第 2.9 节）以及仪表和各种因子的来源有关的信息。

除 [《监测与报告条例》第 1 号指导文件](#) 的第 6.3 节中给出的具体要求外，[《监测与报告条例》第 5 号指导文件](#) 还提供了关于通过取样与分析确定计算因子（排放因子、净热值、氧化因子、转换因子、碳含量、生物质比例）的具体指南。

《监测与报告条例》第 30 条规定，如果《监测与报告条例》允许采用缺省值，则计算因子应基于缺省值得出。第 31 条规定了根据所需方法层级可能允许使用的缺省值来源（基础培训课件的第 17 张课件中，汇总了这些缺省值来源）。《监测与报告条例》附件二第 2 节和第 3 节分别规定了适用于燃烧排放和质量平衡的计算因子的层级。《监测与报告条例》附件六第一部分列出了符合第 31 条第 1 款 a 项的参考排放因子和净热值。³

[《监测与报告条例》第 1 号指导文件](#) 的第 6.2.1 节更详细地解释了缺省值的使用范围，包括与达到某些规定层级相关的缺省值。

[《监测与报告条例》第 1 号指导文件](#) 的第 4.7 节引入了“不确定度”概念，用于指示欧盟碳排放交易体系各种监测要求的质量以及与不同监测层级相关的不确定度阈值。[《监测与报告条例》第 4 号指导文件](#) 提供了更多细节，其中第 2 节专门讨论不确定度评估的相关性，第 3 节讨论基于计算的方法的不确定度，第 4 节讨论基于测量的方法的不确定度。培训材料还提供了不确定度评估，包括示例计算（[欧盟碳排放交易体系监测与报告培训—不确定度评估](#)）。

2.6. 监测方法：第二部分—连续排放监测系统

培训材料	子主题	进一步指导文件
基础培训 关于使用连续排放监测系统作为基于计算的方法的替代方案的培训课件（附件四第 1 节第 14 条）	基于使用连续排放监测系统的碳排放交易体系测量的良好实践	《监测与报告条例》第 1 号指导文件的第 4.3 节和 8 节——设施监测与报告
集中培训 - 与欧盟水泥集中培训案例研究中问题 3 和 4 相关的信息（见本手册第 8.2	欧盟碳排放交易体系关于保障数据质量的要求	《监测与报告条例》第 7 号指导文件——连续排放监测系统（CEMS）

³ 《监测与报告条例》附件六第一部分所列排放因子和净热值的缺省值，主要源自政府间气候变化专门委员会的相关参数，且仅适用于最低层级（即一级）的核算。

节（案例）和第 9.2 节（标准答案） - 水泥案例研究培训课件（见附件四第 3 节）		《监测与报告条例》第 1 号指导文件的第 4.7 节——设施监测与报告
--	--	-------------------------------------

[《监测与报告条例》第 1 号指导文件](#)的第 8 节在第 4.3 节和第 4.3.3 小节的“基于测量的方法”简要介绍的基础上，汇总了《监测与报告条例》对使用连续排放监测系统的要求。

[《监测与报告条例》第 7 号指导文件](#)更详细地解释了连续排放监测系统的相关要求，特别是：

第 2.1 节：“基于测量的方法”；

第 2.2 节：“连续排放监测系统的一般要求”；

第 3 节：“质量保证等级”（质量保证要求须符合 EN 14181 标准《固定源排放——自动测量系统的质量保证》的规定）；

第 4 节：根据排放量计算结果确认连续排放监测系统数据；

第 5 节：缺失数据的处理。

[《监测与报告条例》第 1 号指导文件](#)的第 4.7 节引入了“不确定度”概念，用于指示欧盟碳排放交易体系各种监测要求的质量以及与不同监测层级相关的不确定度阈值。

[《监测与报告条例》第 4 号指导文件](#)提供了更多细节，其中第 2 节专门讨论不确定度评估的相关性，第 3 节讨论基于计算的方法的不确定度，第 4 节讨论基于测量的方法的不确定度。培训材料还提供了不确定度评估，包括示例计算（[欧盟碳排放交易体系监测与报告培训—不确定度评估](#)）。

2.7. 分级方法的应用

培训材料	子主题	进一步指导文件
基础培训 关于层级体系应用的培训课件（附件四第 1 节第 17~18 条） 自学与集中培训 关于钢铁、水泥和电解铝生产的所有欧盟案例研究的相关信息（见本手册第 5 节（第一部分 案例）、第 0 节	比例：分级方法	《监测与报告条例》第 1 号指导文件的第 4.4 节、第 4.5 节和第 4.6 节——设施监测与报告——不合理成本培训材料

(第一部分 案例标准答案)、第 0 节 (第二部分 案例) 和第 9 节 (第二部分 案例标准答案)) - 以下跨行业培训课件相关内容: “不确定度评估”(见附件四第 2 节) “不合理成本与技术可行性以及分级方法”(见附件四第 2 节)	比例: 不确定度	《监测与报告条例》第 1 号指导文件的第 4.7 节—— 《设施监测与报告—— 《监测与报告条例》第 4 号指导文件的第 2~4 节—— 不确定度评估 不确定度评估培训材料 不合理成本培训材料
---	----------	--

如上文核算边界部分所述, [《监测与报告条例》第 1 号指导文件](#) 的第 4.4 节进一步解释了设施、源流和排放源的分类。该分类构成了根据所需监测方法的质量等级应用分级方法的依据。[《监测与报告条例》第 1 号指导文件](#) 的第 4.5 节解释了分级体系, 第 4.6 节则解释了该体系如何根据技术可行性与不合理成本允许豁免。关于不合理成本的特定培训材料也包含计算示例 (欧盟碳排放交易体系监测与报告培训—不合理成本)。欧盟委员会还开发了一种工具, 以便计算不合理成本。

[《监测与报告条例》第 1 号指导文件](#) 的第 4.7 节引入了“不确定度”概念, 用于指示欧盟碳排放交易体系各种监测要求的质量以及与不同监测层级相关的不确定度阈值。[《监测与报告条例》第 4 号指导文件](#) 提供了更多细节, 其中第 2 节专门讨论不确定度评估的相关性, 第 3 节讨论基于计算的方法的不确定度, 第 4 节讨论基于测量的方法的不确定度。培训材料还提供了不确定度评估, 包括示例计算 ([欧盟碳排放交易体系监测与报告培训—不确定度评估](#))。

欧盟碳排放交易体系培训材料亦包含不合理成本确定方法的相关内容。

2.8. 质量保证和质量控制

培训材料	子主题	建议的进一步指导文件
<u>基础培训</u> 关于数据质量保证和质量控制的培训课件 (附件四第 1 节第 21 条) <u>集中培训</u> 关于钢铁、水泥和电解铝生产的欧盟案例研究第二部分的相关信息 (见本手册第 0 节 (第二部分 案	数据流与控制系统	《监测与报告条例》第 6 号指导文件——数据流活动与控制系统
	数据缺口的处理	《监测与报告条例》第 66 条
		数据缺口培训材料

例) 和第 9 节 (第二部分 案例标准答案))		
• “数据缺口”跨行业培训课件相关内容 (见附件四第 2 节)		

《监测与报告条例》第 6 号指导文件提供了指导，以帮助确保正确理解《监测与报告条例》第五章“数据管理与控制”（《监测与报告条例》第 58 条至第 67 条）的要求，包括各种程序的作用及其在监测计划（第 2 节）中的使用，以及对数据流活动（第 3 节）和经营者控制系统（风险评估和控制活动，第 4 和 5 节）的考量。

数据缺口处理是《监测与报告条例》（第 66 条）要求的一项具体控制活动。注：《监测与报告条例》中还包含可能与数据缺口考量有关的若干条款，即第 23 条（涵盖对已批准监测方法的不可避免临时变更）、第 45 条（涉及使用连续排放监测系统产生的缺失数据）以及第 63 条和第 64 条（分别规定了进行内部审核、数据验证和纠正以及采取纠正措施的进一步控制活动）。

已提供关于数据缺口构成以及可采取何种方法填补数据缺口的指南：关于数据缺口与不符合项的[工作组工作文件](#)。

已提供关于数据缺口的特定培训材料，[即欧盟碳排放交易体系监测与报告培训—数据缺口](#)，其中包括基于有用决策树和案例研究的建议。

2.9. 监测计划

培训材料	子主题	建议的进一步指导文件
基础培训 关于监测计划的培训课件（附件四第 1 节第 22 条） 自学与集中培训 - 案例研究 2（本手册第 0 节（案例）和第 0 节（标准答案）） - 案例研究 2（第 8.2 节（案例）和第 0 节（标准答案）包含关于如何将某些监测内容纳入监测计划的示例参考。）	监测计划概念	第 1 号指导文件的第 5 节——设施监测与报告——
	欧盟监测计划模板和工具	- 监测计划 Excel 模板 - 监测计划示例 - 监测计划批准核查表 - 碳排放交易体系报告工具 <i>（下文提供了这些工具 / 文件的链接。）</i>

[《监测与报告条例》第 1 号指导文件](#)的第 5 节强调了制定监测计划时应执行的步骤以及如何处理监测计划变更。该节还描述了应随监测计划提交给主管部门（监管机构）

的支持性文件，如不确定度评估报告和经营者风险评估报告。《监测与报告条例》第 12 条规定了欧盟碳排放交易体系监测计划的内容和提交要求。

欧盟委员会制定了一个[监测计划 Excel 模板](#)，并附有如何完成该计划的指南。该模板包含多个不同的工作表，包括：监测计划版本、经营者详细信息、设施描述、源流以及基于计算的方法和基于测量的方法的各种信息表、质量保证和质量控制措施（管理控制）说明表、可在其中补充进一步说明的国家特定表格。该模板还包括一个核算表，可自动汇总这些不同工作表中的信息。

已提供一个[监测计划范例](#)，以说明设施应如何完成监测计划。

监测计划须获得主管部门（监管机构）的批准。欧盟委员会制定了一份[核查表](#)，可协助主管部门检查监测计划（见第 0 节）。

欧盟委员会开发了一种信息技术工具（即碳排放交易体系报告工具），供设施提交监测计划、排放报告和改进报告。核查方可访问该工具系统，以提交其核查报告。碳排放交易体系报告工具是一种复杂的可扩展标记语言（xml）系统，可管理设施、主管部门和核查方之间的工作流程，并包含自动化功能。并非所有欧盟成员国都使用碳排放交易体系报告工具，部分成员国也使用各自的国家信息技术系统，这些系统在范围、功能和可访问性方面各不相同。约有 18 个国家使用碳排放交易体系报告工具或国家信息技术系统。其他成员国则使用欧盟委员会的 Excel 模板。有关欧盟碳排放交易体系报告工具的更多信息，参见欧盟委员会编制的[手册](#)。

2.10. 报告

培训材料	子主题	建议的进一步指导文件
基础培训 关于报告与透明度的培训课件 (附件四第 1 节第 25 条)	报告原则	《监测与报告条例》第 5~9 条
	报告概念	《监测与报告条例》第 68 条 《监测与报告条例》第 70 条
	欧盟报告模板和工具	排放报告模板和范例 碳排放交易体系报告工具 (下文提供了这些工具/文件的链接。)

[《监测与报告条例》](#)第 5~9 条强调了报告的一般原则：完整性（第 5 条）、一致性、可比性和透明度（第 6 条）、准确性（第 7 条）、方法和排放报告的完整性（第 8 条）以及持续改进（第 9 条）。

[《监测与报告条例》](#)第 68 条规定，经营者有义务在每年 3 月 31 日前向主管部门提交经核查的年度排放报告（AER）。

《监测与报告条例》第 70 条规定，在以下情况下，主管部门（CA）应对排放量进行保守估算：（i）经营者未能在 3 月 31 日前提提交经核查的报告；（ii）经核查的报告不符合《监测与报告条例》的规定；或（iii）核查未根据《认证与核查条例》进行。

欧盟委员会制定了一个[年度排放报告汇报 Excel 模板](#)，并附有[如何填写该模板的指南](#)。该模板包含多个不同的工作表，包括：经营者详细信息、设施描述、源流以及基于计算的方法和基于测量的方法的各种信息表、备用方法、数据缺口说明表、包含合计排放数据以及可持续和不可持续生物质排放的备忘录项目的汇总表。该模板还包括一个核算表，可自动汇总这些不同工作表中的信息。

欧盟委员会开发了一种在线信息技术工具（即欧盟碳排放交易体系报告工具），供设施提交监测计划、排放报告和改进报告。核查方可访问该工具系统，以提交其核查报告。碳排放交易体系报告工具是一种复杂的可扩展标记语言（xml）系统，可管理设施、主管部门和核查方之间的工作流程，并包含自动化功能。并非所有欧盟成员国都使用[碳排放交易体系报告工具](#)，部分成员国也使用各自的国家信息技术系统，这些系统在范围、功能和可访问性方面各不相同。约有 18 个国家使用碳排放交易体系报告工具或国家信息技术系统。其他成员国则使用欧盟委员会的 Excel 模板。有关欧盟碳排放交易体系报告工具的更多信息，参见欧盟委员会编制的[手册](#)。

2.11. 核查

培训材料	子主题	建议的进一步指导文件
基础培训 关于核查的培训课件（附件四第 1 节第 26 条） 关于钢铁、铝和水泥行业跨行业及特定行业要素的培训课件，包括这三大行业核查的高级信息。 自学 关于核查方在核算边界中所扮演角色的信息，参见第 0 节（案例研究 2）和 06.2 节（标准答案）。	核查原则	关于核查的解释性指导文件第 2 章
	核查	关于核查的解释性指导文件第 3 章和第 4 章 包含更具体指南的关键指导说明 • 关于核查范围的第 II.1 号关键指导说明 • 关于风险分析的第 II.2 号关键指导说明 • 关于过程分析的第 II.3 号关键指导说明 • 关于核查方取样的第 II.4 号关键指导说明 • 关于实地考察的第 II.5 号关键指导说明
	模板和工具	核查报告模板 关于核查报告的第 II.6 号关键指导说明 核查报告范例
	核查方的能力和公正性	关于核查的解释性指导文件第 5 章 关于能力的第 II.7 号关键指导说明

集中培训 关于钢铁、水泥和电解铝生产的欧盟案例研究第二部分的相关信息（见手册第 8 节（第二部分 案例）和第 9 节（第二部分 案例标准答案））。		关于《认证与核查条例》与 ISO 14065 标准之间关系的第 II.8 号关键指导说明
	认证	关于核查的解释性指导文件第 6 章认证工作中的特定行业要素，详见解释性指导文件第 6.1 节及第 II.7 号关键指导说明，其中涵盖适用于审核员和主审核员的特定行业能力标准示例。
	对核查方的监督	关于核查的解释性指导文件第 6 章

[关于核查的解释性指导文件](#)第 3.1 节解释了核查的原则和概念：合理保证等级的应用、重要性原则、核查范围以及核查方的主要责任。该节中还强调了有资格在欧盟碳排放交易体系中开展核查工作的核查方类型：即由国家认证机构认证的法律实体。

[关于核查的解释性指导文件](#)第 3 章和第 4 章解释了核查流程的各个步骤、核查汇报以及如何处理核查报告中汇报的未决问题。关键指导说明包含关于核查关键领域的具体且更详细的指导。

- [关于核查范围的第 II.1 号关键指导说明](#)更详细地解释了核查方在核查期间开展的活动。
- [关于风险分析的第 II.2 号关键指导说明](#)描述了核查方在评估数据流风险以及质量保证和质量控制未能有效运行的风险时，应考虑的事项。
- [关于过程分析的第 II.3 号关键指导说明](#)解释了核查方如何检查质量控制情况、检查数据以及检查监测方法的应用情况。
- [关于核查方取样的第 II.4 号关键指导说明](#)解释了核查方如何进行数据取样和质量控制。
- [关于实地考察的第 II.5 号关键指导说明](#)解释了核查方在对设施进行实地考察期间开展的活动。

[核查报告模板](#)是欧盟委员会制定的一个 Excel 模板，旨在提供一种结构化、统一的方式来报告核查结果。[第II.6号关键指导说明](#)解释了如何填写该核查报告模板。

[关于核查的解释性指导文件](#)第 5 章概述了适用于核查方的要求，以确保合格的审核员、主审核员、独立审查员和技术专家参与核查。[第II.7号关键指导说明](#)解释了对核查方的具体能力要求。该解释性指导文件第 5 章还强调了核查方为确保自身和人员的持续公正性而必须采取的措施。该指导文件还提供了欧盟碳排放交易体系所涵盖的各个领域的特定行业能力标准示例。

[关于核查的解释性指导文件](#)第 6 章提供了认证流程、认证机构对核查方实施的制裁以及认证机构为监督核查方而必须开展的活动的的相关信息。该章中还说明，欧盟碳排放交易体系中的核查方必须依照涵盖其所核查设施行业活动的认证范围获得认证。例如，核查水泥设施排放报告的核查方必须依照涵盖水泥行业活动的认证范围获得认证。

2.12. 主管部门间的管理与协调

培训材料	建议的进一步指导文件
<u>基础培训</u> 关于主管部门 / 监管机构管理、合规与协调的培训课件（附件四第 1 节第 29 ~ 30 条）	《监测与报告条例》第 10 条 《欧盟碳排放交易体系指令》（第 2003/87/EC 号指令）第 21 条和第 21 条报告 <u>可获取更多信息的推荐材料</u> 欧盟碳排放交易体系中用于协助主管部门工作的工具示例： • 通过电子系统（即欧洲环境署托管的电子报告平台 Reportnet 3）提交国家报告。 • 合规论坛 • 针对监测计划审批和排放报告评估的核查表 • 排放报告和核查报告的审查指南 • 检查指南 <i>（下文提供了这些工具 / 文件的链接。）</i>

《监测与报告条例》第 10 条规定，如果欧盟成员国根据《欧盟碳排放交易体系指令》（第 2003/87/EC 号指令）第 18 条指定了多个主管部门（监管机构）管理欧盟碳排放交易体系活动，则这些主管部门之间需进行协调。

[《欧盟碳排放交易体系指令》](#)（第 2003/87/EC 号指令）第 21 条和第 21 条报告中建立了一项机制，便于欧盟各成员国学习欧盟碳排放交易体系的经验教训。各成员国每年向欧盟委员会提交一份[关于第 2003/87/EC 号指令实施情况的报告（第 21 条报告）](#)。该报告需包含配额分配安排、登记簿运作、监测与报告要求的执行情况、核查与认证要求的执行情况、与遵守指令有关的问题（如所采取的制裁措施）以及配额的财政处理情况等信息。第 21 条报告需依据欧盟委员会以实施法案形式开展的问卷调查。通过电子系统（即欧洲环境署托管的电子报告平台 [Reportnet 3](#)）提交第 21 条报告。根据各国提交的第 21 条报告，欧盟委员会发布了一份技术报告“根据[《欧盟碳排放交易体系指令》第 21 条](#)对各国答复的分析”（最近发布的是基于 2023 年报告数据的版本）。

欧盟委员会设立了一个合规交流平台，各成员国的主管部门可在该平台上就监测、报告、核查与认证以及合规问题进行信息交流。该平台为成员国提供机会，供其交流最佳实施实践、相互学习经验以及讨论在实施监测、报告、核查与认证（MRVA）要求过程中发现的共性问题。目前，合规平台下设五个工作组：监测与报告工作组、核查与认证工作组、航空工作组、碳捕集封存 / 碳捕集利用工作组、海事工作组以及欧盟碳排放交易体系二期工作组（涵盖建筑、道路交通及其他行业的碳排放交易体系）。

欧盟委员会还开发了多种工具，帮助各监管机构管理碳排放交易体系活动，包括：

- o 协助监管机构批准监测计划的[核查表](#)。该核查表可确保对设施的监测计划进行所有相关检查。
- o 经营者向监管机构提交经核查的排放报告后，协助监管机构评估该报告的[指南](#)和[核查表](#)。通常，由监管机构对排放报告和核查报告开展具体检查：例如评估核查方报告的内容、根据监测计划进行一致性检查。若一国设施众多，一些主管部门会采用基于风险的方法来评估报告。欧盟委员会开发了一种[工具](#)，有助于选出需详细检查排放报告的设施。

[关于检查的第8号指导文件](#)用于帮助监管机构了解如何对设施进行现场检查。原则上，监管机构将检查作为额外机制，检查经营者是否合规。

2.13. 跨行业及特定行业的监测、报告与核查议题

培训材料	建议的进一步指导文件
<u>基础培训</u> 欧盟关于水泥、钢铁和电解铝生产中跨行业及特定行业议题的培训课件（附件四第1节第33~34条） <u>自学与集中培训</u> • 与关于钢铁、水泥和电解铝生产的所有欧盟案例研究相关的介绍性信息（见本手册第5节（第一部分 案例）、第60节（第一部分 案例标准答案）、第80节（第二部分 案例）和第0节（第二部分 案例标准答案））。 • 监测、报告与核查跨行业议题概述（集中培训第一天培训课件：见本手册第70节引言及附件四第2节）。 • 跨行业培训课件涉及： - “质量平衡法与标准算法对比”（见第7.1节 / 附件四第2节） - “取样与分析”（见本手册第7.20节 / 附件四第2节） - “不确定度评估”（见本手册第7.3节 / 附件四第2节）	《监测与报告条例》第2条规定，该条例适用于欧盟碳排放交易体系设施所产生温室气体排放量的监测与报告（多数要求为跨行业要求，适用于所有相关工业行业，如定义、原则以及针对监测计划、监测边界、监测方法、数据管理与控制、报告的通用要求） 《监测与报告条例》第21条第3款明确了根据该条例附件四，特定行业要求适用的情形。钢铁、水泥和铝行业的主要行业特定要求，参见《监测与报告条例》的以下章节： • 钢铁行业：《监测与报告条例》附件四第4节、第5节和第6节 • 水泥行业：《监测与报告条例》附件四第9节 • 铝行业：《监测与报告条例》附件四第7节和第8节 《核查方核查与认证条例》的要求也几乎全是跨行业要求，但第35条指出了该条例附件一中分类的行业认证范围。核查方仅可对其获得认证的行业出具核查报告。

- “数据缺口” (见本手册第 0 节 / 附件四第 2 节) - “替代燃料” (见本手册第 7.5 节 / 附件四第 2 节) - “缺省值的代表性” (见本手册第 0 节 / 附件四第 2 节) - “不合理成本与技术可行性以及分级方法” (见本手册第 0 节 / 附件四第 2 节)	
--	--

《监测与报告条例》附件四规定了涉及欧盟碳排放交易体系所涵盖不同工业活动的设施的特定活动要求。该附件目前共包括 23 个不同章节，但与钢铁、水泥和铝生产最相关的章节包括：

第 1 节，规定了燃烧活动的特定监测规则（可能与所有行业相关）

第 3 节，规定了焦炭生产的特定监测要求（可能与综合钢厂的钢铁生产相关）

第 4 节，规定了金属矿石焙烧和烧结的特定监测要求（可能与钢铁生产相关）

第 5 节，规定了钢铁生产的特定监测要求

第 6 节，规定了黑色金属或有色金属生产或加工的特定监测要求（可能与综合钢厂的钢铁生产相关）

第 7 节，规定了原生铝生产或加工过程中二氧化碳排放量的特定监测要求（与电解铝生产相关）

第 8 节，规定了原生铝生产或加工过程中全氟碳化物排放量的特定监测要求（与电解铝生产相关）

第 9 节，规定了水泥熟料生产的特定监测要求

《核查方核查与认证条例》附件一包含与以下活动相关的独立认证范围要求：

活动组 1a：仅涉及商业标准燃料的设施中的燃料燃烧，或 A 类 / B 类设施所用天然气的燃烧

活动组 1b：其他情形下的燃料燃烧

活动组 3：涵盖

- 焦炭生产
- 金属矿石焙烧、烧结和制粒
- 生铁或钢的生产

活动组 5：原生铝生产（二氧化碳及全氟碳化物排放）

活动组 6：水泥熟料生产

3. 师资培训计划中纳入欧盟碳市场相关主题的主要原因及关键事项

本节重点说明师资培训项目中遴选各主要主题的原因及需向学员传授的核心要点。

3.1. 碳排放交易体系介绍

“碳排放交易体系介绍”培训课件的主要目的是确认健全的监测、报告与核查工作对于运行有效、高效的碳排放交易体系的重要性。同时，还介绍了良好的碳排放交易体系监测、报告与核查工作的最重要组成部分，并为基础培训后续培训课件中更为深入的探讨奠定基础。

需向学员传授的核心要点包括：

- 须确信“**报告吨数就是排放吨数**”，以保持对碳排放交易体系公信力和有效性的信任。
- 统一协调的监测、报告与核查规则和要求至关重要——欧盟碳排放交易体系的经验表明，在强制性法规（《监测与报告条例》和《认证与核查条例》）中直接规定具有约束力的要求 and 责任是有利的，并且能进一步推动监测计划标准模板和报告要求的发布（从而提升实施效率和效果）。
- 欧盟碳排放交易体系的另一经验是，在设计碳排放交易体系的监测、报告与核查时，应同时考虑燃烧和工艺相关的排放量，因为许多工业活动都涉及这两方面。
- 尽可能对所有行业设定相同的一般要求，可确保关键监测规则在各行业间得到一致应用，便于各方理解 and 应用规则，并提升包括主管部门和核查方在内的不同各方履行职责的公平性与效率。
- 培训课件总结页的要点：
 - 欧盟碳排放交易体系更广泛的经验启示：统一立法的优势；协调小组；统一指导、模板、示例和工具；“公平”实施；巡回推介和培训计划；以及集合的网站和帮助中心的可用性。
 - 总结要点确认：有效的碳排放交易体系依赖于对相关数据的信任，而这需要完整、一致、透明且无差错的监测、报告与核查；标准的规则是促进共同理解和公平的关键，也有助于标准的实施系统的应用（如使用标准模板），从而进一步提升实施效率和效果；在适用于所有工业行业的核算要求（即跨行业要求）中保持最大程度的共通性，也具有优势。

3.2. 欧盟碳排放交易体系治理体系概述

关于欧盟碳排放交易体系治理体系的培训课件，旨在解释欧盟碳排放交易体系下的法律框架和制度框架。该培训课件描述了欧盟委员会为界定欧盟碳排放交易体系的监测、报告与核查要求而制定的法律文书，并重点介绍了监测、报告、核查与认证框架的参与机构：欧盟委员会、欧盟各国的主管部门（监管机构）、认证欧盟碳排放交

易体系核查方的认证机构以及参与认证机构监督工作的欧洲认证合作组织。该培训课件还提供了几个欧盟国家（德国、法国、波兰和西班牙）制度框架的案例。德国采用集中化的组织架构，而法国、波兰和西班牙则采用更为分散的组织架构。该培训课件的主要目的是传达以下内容：稳健的治理结构至关重要，可确保所有相关方的法律确定性，明确各方的角色和职责，实现对碳排放交易体系的妥善管理和监督（从而提升数据准确性的可信度）以及促进经营者的合规与执行。

需向学员传授的核心要点包括：

- 欧盟碳排放交易体系下各个国家制度框架的差异取决于多种因素：现有国家结构（分散化或集中化）、法律结构、能力和财力资源、一国覆盖的设施与行业数量、这些设施的复杂程度以及国家规模。在确定碳排放交易体系的制度框架时，类似因素也具有相关性。
- 如果碳排放交易体系的管理涉及多个主管部门，则必须建立协调机制并确保这些主管部门之间实现信息交流。欧盟碳排放交易体系中典型的信息交流渠道包括：机构间的信息交流、讨论监测、报告与核查问题的工作组、培训和指南。
- 法律中对监管机构和国家认证机构之间信息交流的要求以及模板的使用，提高了透明度并规范了这些信息交流渠道。
- 在设计碳排放交易体系的制度框架时，必须采取特定准备步骤。该培训课件提供了设施或主管部门为实施监测、报告、核查与认证体系而必须采取的关键措施的相关信息。由于欧盟各国的资源类型和国家结构不同，主管部门在人员数量、使用的程序和工具类型以及协调和能力建设类型方面也存在差异。
- 将碳排放交易体系的范围扩展到其他行业时，要采取措施，确保所有利益相关方做好准备，且碳排放交易体系能够有效运行：需要更新内部程序和手册，需要制定特定技术行业的监测、报告与核查要求，需要确立跨行业方法，以确保各行业间保持一致性。需要调整信息技术系统、模板和核查表等工具，便于在这些行业中管理监测、报告、核查与认证工作。

3.3. 配额分配的监测、报告与核查要求

关于配额分配的监测、报告与核查要求的基础培训培训课件中，首先阐述了对工业进行（免费）配额分配的总体理由，并解释了为何在最初选择基于历史排放量的免费分配后，又引入了基于基准值的分配方式，目的是激励各行业改善碳排放，同时在全球范围内保持竞争行业间的公平竞争环境。基准核算需要引入“子设施”这一概念，以便为纳入基准比较的实体划定具有可比较性的界限。这一步对免费分配背景下的监测、报告与核查提出了额外要求。该培训课件详细说明了免费配额的监管框架，解释了免费配额监测、报告与核查过程中的重要要素，并列出了年度免费配额合规周期中的监测、报告与核查要求。该培训课件还展示了基于基准值的免费分配在未来会如何被拍卖和碳边境调节机制所取代，从而在全球范围内维持公平竞争环境。

需向学员传授的核心要点包括：

- （免费）分配是碳排放交易体系参与者之间的分配问题。
- 如能够轻易将配额价格转嫁给消费者，则通常没有理由实行免费分配（如商业电力生产的情况）。
- 有充分理由引入免费分配基准值：主要是在全球范围内保持行业间的竞争，同时提供降低碳排放强度的激励措施。
- 免费分配是简单性和公平性之间的复杂妥协。
- 基准值对严格的监测、报告与核查过程提出了最高要求。
- 要求对用于基准核算的分配数据进行核查，这提高了数据准确性。
- 统一规则缩小了设施和国家间的差异，确保了分配过程中的平等待遇、透明度和公平性。
- 基准值将被全面拍卖取代，即使对于欧盟碳排放交易体系下的各个行业也是如此，并将辅以碳边境调节机制。

3.4. 核算边界

基础培训中关于核算边界的培训课件旨在解释界定明确核算边界的重要性，并阐明核算边界如何影响排放量的监测和报告。该培训课件包括欧盟碳排放交易体系在界定核算边界时吸取的主要经验教训，以及为应对这些经验教训所采取的措施。该培训课件还强调了核算边界中的特定行业要素。

总体而言，核心要点包括：

- 各国在界定碳排放交易体系范围时可能有不同选择。
- 负责监测和报告排放量的责任实体。
- 碳排放交易体系涵盖的行业活动。
- 碳排放交易体系中的核算是仅包括直接排放量，还是也包括间接排放量。
- 碳排放交易体系涵盖的气体。
- 某一行业活动或设施是否需要达到阈值，才能被纳入排放交易体系。

该培训课件强调了欧盟碳排放交易体系范围与中国碳排放交易体系电力行业选择之间的差异，解释了不同的选择会如何影响核算边界和监测过程。集中培训中包含的案例研究（见自学阶段第5节（三个行业的案例）和第6节（标准答案））提供了实际示例，说明欧盟碳排放交易体系中的设施如何影响核算边界。还为第8节（三个行业的案例）和第9节（标准答案）编制了关于核算边界的更详细案例。

- 培训中需要强调的一个关键要素是完整性原则，该原则要求将碳排放交易体系范围内的一切活动产生的排放源和源流都纳入核算边界。因此，必须在法律中对责任实体、排放源、源流和碳排放交易体系所覆盖行业的单位等术语给出清晰定义，并为这些概念提供统一解释。
- 燃烧活动几乎存在于所有行业活动中，包括水泥、铝和钢铁行业。对“燃烧”一词给出宽泛而清晰的定义，可以避免在监测这些燃烧活动的排放量时

出现复杂情况。与燃烧活动相关的核算边界信息可在电力行业的试点培训项目中找到。同时，本培训手册也在与这三个行业相关的范围内对此进行了强调。

- 监测计划是明确特定责任实体核算边界的关键工具。
- 建议监管机构和核查方进行核算边界评估。欧盟碳排放交易体系根据经验教训所开发的工具，有助于核算边界的汇编和评估。在中国背景下，类似的工具也可能具有参考价值。

3.5. 监测方法：第一部分 基于计算的方法

基础培训旨在通过三份独立的课程培训课件，演示适用于欧盟碳排放交易体系二氧化碳监测的主要方法，包括与数据质量相关的内容：

- 监测方法第一部分：关于排放量计算的良好实践，可以采用标准算法（每种燃料 / 物料流的活动数据乘以相应的排放因子和氧化 / 转换因子）或整体质量平衡法。
- 监测方法第二部分：关于使用连续排放监测系统（CEMS）进行排放量测量的良好实践。
- 分级方法的应用（第三部分）：说明欧盟碳排放交易体系采用的方法，该方法允许根据行业运营规模和排放量的差异，对监测要求作出一定程度的调整。

一个重要的初始信息是，无论采用哪种监测方法，正确识别核算边界以及开展完整、准确的监测都是至关重要的。

关于排放量计算，核心要点包括：

- 欧盟碳排放交易体系依赖持续开展的不确定度评估，以证明活动数据测量系统和连续排放监测系统测量系统具有合格的质量。
 - $\text{不确定度} = \text{测量仪器的规定不确定度} + \text{校准不确定度} + \text{测量环境导致的任何额外不确定度}$
- 测量不确定度必须满足经批准的监测计划中所要求层级的不确定度阈值。
 - 欧盟委员会发布了关于欧盟碳排放交易体系不确定度评估的培训材料，旨在促进采用统一的高标准方法⁴（课件 15）。
- 根据《监测与报告条例》，排放因子等计算因子可根据实际分析得出，也可采用允许的缺省值，具体取决于所需层级和主管部门（监管机构）的批准。但是：
 - 缺省值几乎总是不够具备代表性（燃料或材料的非均质性越大，缺省值的代表性就越差）。

⁴https://climate.ec.europa.eu/document/download/3fd6939a-c3df-478e-9c12-c28d60a47d9e_en?filename=uncertainty_assessment_en.pdf

- 基于实际分析得出的数值，必须根据主管部门批准的取样计划获取，以确保取样代表性。样品必须由按照 EN ISO/IEC 17025 标准获得认证的实验室服务机构进行分析。只有在严格条件下，方可使用未按照 EN ISO/IEC 17025 标准获得认证的实验室，且其仍须满足与该标准等同的要求。
- 使用不恰当的计算因子，会对碳排放交易体系排放量计算值的质量构成重大风险，并损害碳排放交易体系的声誉。
- 结论中强调的要点包括：
 - 需要采取“适用”的测量值和测量设备来确定活动数据（在欧盟碳排放交易体系中，这涉及满足所需的不确定度阈值，例如，发电站主要燃料流的不确定度阈值为 $\pm 1.5\%$ ）。
 - 对于计算因子（包括排放因子），通过实际分析得出这些因子所采集的样品必须：（i）能代表燃料或材料；（ii）针对特定交付/批次；（iii）考虑到相关燃料或材料的均质性，需具有空间和时间代表性；（iv）由具备相应资质的实验室进行分析。因此，欧盟碳排放交易体系要求主管部门批准取样计划，将其视为良好做法。
 - 计算因子所采用的缺省值需尽可能具有代表性（采用不具代表性的替代值或质量不佳的缺省值，会极大地影响碳排放交易体系排放量计算值的质量，在某些情况下会成为系统误差的主要来源）。

3.6. 监测方法：第二部分 连续排放监测系统

涉及以下情况的过程可能特别适合使用连续排放监测系统：

- 大量不同的燃料 / 材料通过一个或少数几个烟囱排放。
- 燃料 / 材料的成分高度可变（非均质）。
- 已使用连续排放监测系统的情况，只要满足《监测与报告条例》要求的质量标准（用于测量二氧化碳浓度和烟气流量）。

使用连续排放监测系统进行测定时，要点包括：

- 根据《监测与报告条例》，连续排放监测系统必须按照以下标准使用：
 - EN 14181（《固定源排放——自动测量系统的质量保证》），确保适用性、定期校准和维护。
 - EN 15259（《空气质量——固定源排放的测量——测量区域和场所的要求及测量对象、规划和报告的要求》），确保测量位置适当。
 - 其他相关欧洲标准，特别是 EN ISO 16911-2（《固定源排放——管道中速度和体积流量的手动和自动测定》），涉及烟气流量的适当测量。
 - 通过计算对排放量进行确证检查。

- 尽管可以选择基于计算或基于连续排放监测系统的方法来测定排放量，但欧盟碳排放交易体系中并未普遍使用连续排放监测系统：
 - 代表性流量的测量以及增加的成本尤其令人关注。
 - 据报道，在某些情况下，流量测量存在5-10%的系统性差异（与计算结果相比），这表明进行相应的确证检查非常重要。
 - 连续排放监测系统排放测量数据的可信度，取决于严格遵守规定标准和负责任地处理数据。
- 结论中强调的要点包括：
 - 通过连续排放监测系统测量二氧化碳浓度相对简单，但按照要求的质量标准测量相关烟气体积流量往往要困难得多。
 - EN 14181 标准和 EN 15259 标准是确保欧盟碳排放交易体系中使用的连续排放监测系统仪器“适用”的关键。
 - 连续排放监测系统排放测量数据的可信度，在很大程度上取决于严格遵守适当质量标准和负责任地处理数据；但是，如果《监测与报告条例》规定的用于计算或连续排放监测系统测定排放量的质量保证措施得到正确实施，那么通过任一方法获得的数据应具有可比性。

3.7. 分级方法的应用

在关于欧盟碳排放交易体系设定合理比例性原则的课程培训课件中，需向学员传授的主要信息包括：

- 设定合理比例性原则对于促进各方的接受与采纳至关重要，在涉及不同规模活动的新履约制度中，尤其如此：
 - 可控比例性原则允许以更公平、更轻松的方式处理小型排放源和不太重要的排放源。
 - 合理比例性原则还可提供一种机制，允许在合理的时间范围内，做出改进之前暂时豁免长期监测要求。
- 合理比例性原则不仅能减轻小型排放源的管理负担，也有助于主管部门减少行政压力，同时仍保持监测和报告排放量的高精确度。
- 《监测与报告条例》下的比例性原则是根据不同设施、源流和排放源的排放规模进行分类，并采用分级体系来规定不同层级的要求：
 - 最高层级代表最严格且首选的监测要求，例如基于实际测量值的排放因子。
 - 较低层级代表更为宽松的监测和数据质量要求，例如允许基于缺省值的排放因子。

- 偏离最高 / 更高层级的要求，必须基于技术可行性和 / 或不合理成本方面的理由，并得到主管部门的批准。
- 分级方法还有助于促进对各种设施采用一致的监测要求。
- 需进一步说明的是，“欧盟碳排放交易体系分级方法”这一主题会体现在师资培训课程等多个部分中，包括基础培训中“分级方法的应用”培训课件和“跨行业及特定行业的监测、报告与核查问题”培训课件，自学和集中培训阶段计划开展的欧盟案例研究，以及集中培训中安排的部分欧盟跨行业培训课件。这些内容将更详细地展示欧盟碳排放交易体系分级方法的应用情况，包括：
 - 对设施和源流 / 排放源类别及层级进行划分的实操性。
 - 根据技术可行性和不合理成本，更全面地解释允许豁免。
 - 代表性取样和分析的重要性。
 - 《监测与报告条例》允许的缺省值。
 - 使用连续排放监测系统的分级考虑因素。
- 该培训课件末尾强调的结论要点是：
 - 对于建立信任和维护碳排放交易体系的声誉而言，完整、一致、透明且无差错的监测、报告与核查系统至关重要。
 - 可控比例性原则能以更公平和 / 或更轻松的方式处理小型排放源和不太重要的源流和排放源。
 - 合理比例性原则还提供了一种可控机制，允许在做出必要改进之前，暂时豁免要求的全部监测方法。
 - 此外，合理比例性原则可以在保持监测和报告排放量具备较高准确性的同时，减轻主管部门的行政压力。
 - 分级方法有助于促进各设施和不同工业行业间监测要求的一致性应用。

3.8. 质量保证和质量控制

基础培训中关于数据质量与保证的课程培训课件旨在提升对有效数据管理与控制系统的作用及重要性的理解，以补充现有控制措施，确保测量与分析的可靠性（正如基础培训中关于监测方法的培训课件所述）。确保测量数据以受控的方式进行处理和存储，对于从监测点到报告点全程保障数据的完整性也至关重要。该培训课件重点讲解欧盟碳排放交易体系所采用的方法，该方法要求经营者为其不同的数据流活动和控制系统（经营者为缓解已识别风险而进行的风险评估和控制活动）制定、记录、实施并维护书面的程序。

该培训课件传达的关键信息包括：

- 欧盟碳排放交易体系第一阶段仅提供了质量管理要求的一般性规则，导致上报数据质量参差不齐。为确保达到并保持理想的数据质量水平，制定具体规则非常重要，例如《监测与报告条例》中规定的规则。
- 《监测与报告条例》仅要求经营者在申请监测计划批准时，在监测计划中纳入相关程序的说明（见《监测与报告条例》第 12 条）。但经营者仍须负责维护并实施《监测与报告条例》要求的完整程序，并按监管机构或核查方的要求随时提供此类程序，以供检查或核查。*注：完整程序无需获得监管机构的正式批准，这为经营者提供了更大的灵活性，使其能在发现改进机会时修改程序。*
- 控制活动需反映经营者风险评估中识别的数据流风险，而控制活动的程序则需反映经营者风险评估中识别的与控制活动运行相关的风险。不同设施的风险以及为降低风险而采取的措施，可能会有所不同。但是，基础培训培训课件中指出了最可能需要采取的措施，包括：
 - “职责分离”，明确所有数据流活动和控制活动的责任；
 - 涵盖连续排放监测系统在内的所有相关测量设备的质量保证；
 - 与欧盟碳排放交易体系规定排放量数据的监测、报告 / 存储相关的信息技术质量保证；
 - 数据的内部审查和确认；
 - 外包；
 - 纠错和纠正措施；
 - 数据缺口的处理；
 - 记录和文档的保存。
- 值得注意的是，为师资培训自学与集中培训准备的欧盟案例研究部分，以及关于“数据缺口”的跨行业培训课件（亦作为师资培训计划集中培训的一部分）将进一步探讨数据管理与控制在实践中的应用。
- 总之，有效的数据流与控制活动能够降低排放报告错报风险，从而提升数据准确性的可信度，确信“报告吨数就是排放吨数”。

3.9. 监测计划

“监测计划”课程培训课件的主要目的是阐述监测计划的重要性、各利益相关方在监测计划中的作用，以及在欧盟碳排放交易体系中实施监测计划要求时所吸取的经验教训。关键信息包括以下内容：

- 应明确界定设施经营者、主管部门和核查方在监测计划方面扮演的角色和承担的职责。

- 为确保法律确定性并提高可执行性，监测计划应事先获得主管部门的批准。该培训课件重点强调了欧盟碳排放交易体系为促进大量监测计划获批并确保给予各设施间待遇平等所采取的措施。
- 核查期间，除其他事项外，核查方应检查已批准监测计划的实施情况及其是否反映现场实际情况。《认证与核查条例》第 7 条第 3 款 b 项将此列为核查方的义务。核查方必须秉承公正原则，这一点非常重要。核查方不得参与制定其正在核查的排放报告所属经营者的监测计划，或为此类监测计划提供建议。否则，核查方就需要核查自身工作。另外，核查方也不得参与监测计划的审批，审批工作由主管部门负责。《认证与核查条例》第 43 条第 3 款规定，对于曾提供或参与制定监测方法或起草监测计划的经营者的（或同一法律实体的任何部门），禁止核查方为其开展核查活动。
- 欧盟碳排放交易体系的经验表明，规则应详尽规定监测计划的内容，以确保各设施和行业间的统一性。集中培训案例研究（第 8 节）和第 9 节（标准答案）中，说明了《监测与报告条例》第 12 条要求的内容（以及基础培训“监测计划”培训课件的第 6 张课件所列内容）如何被纳入欧盟碳排放交易体系监测计划。
- 在更新监测计划和批准监测计划重大变更的过程中，应避免随意变更监测方法，同时应确保各行业和设施间的一致性。第 5 节（案例）和第 6 节（标准答案）包含的案例研究，以及第 8 节（案例）和第 9 节（标准答案）中的详细案例研究，更细致地说明了何种情况下可变更监测计划及其应遵循的流程。
- 欧盟碳排放交易体系的良好实践、欧盟委员会开发的信息技术系统和工具，均有助于监测计划的管理与实施。第 0 节提供了欧盟碳排放交易体系已建立工具的相关信息。这些工具确保各行业设施间得到的平等待遇，并减轻主管部门的行政压力。
- 需在监测周期开始前明确监测计划的具体提交时间，这一点非常重要。为使设施经营者和核查方为执行监测计划新规则做好准备，有必要提前为设施经营者、负责审批监测计划的监管机构工作人员以及核查方提供能力建设培训。
- 监测计划要求具有跨行业性，适用于所有行业。

3.10. 报告

“报告与透明度”课程培训课件的主要目的，是说明设施经营者向主管部门提交的关于排放量的有效年度报告（简称“年度排放报告”，即 AER，随同监测计划与核查报告提交）在合规周期中的重要地位。该培训课件说明了年度报告周期、支持欧盟各成员国进行排放报告的 Excel 模板细节（该模板规定了年度排放报告的最低内容要求），以及出现数据缺口时的报告要求。主管部门使用年度排放报告工具来检查经营者年度排放报告文件的完整性。此工具可将数据汇总到 Excel 数据库，进行自动检查⁵。

⁵针对免费配额分配所需收集的数据，欧盟已开发出独立但功能类似的报告工具。

需向学员传授的核心要点包括：

- 报告遵循的五大原则，可确保碳排放交易体系内各设施间的公平竞争环境：
 - **完整性：**监测与报告应完整全面，涵盖所有排放源和源流的一切工序和燃烧排放量。
 - **一致性、可比性和透明度：**监测与报告应长期保持一致性和可比性。为此，经营者应使用相同的监测方法和数据集，但经主管部门批准的变更和豁免除外。经营者应以透明的方式获取、记录、汇编、分析和记载监测数据，包括假设情况、参考文件、活动数据和计算因子，以便核查方和主管部门能够复现排放量的测定过程。
 - **准确性：**经营者应确保排放量的测定既非系统性失准，亦非故意失准。经营者应尽可能识别并减少任何不准确来源，同时还应开展尽职调查，以确保排放量的计算和测量达到可能的最高准确性。
 - **方法和排放报告的完整性：**经营者应能合理保证拟报告排放数据的完整性，应使用《监测与报告条例》中规定的适当监测方法来测定排放量。报告的排放量数据和相关披露内容应无重大错报，避免在信息选择和呈现方面存在偏差，客观可信地反映设施排放量。在选择监测方法时，应在提高准确性和产生额外成本之间取得平衡。除非技术上不可行或成本不合理，否则排放量的监测与报告应达到可能的最高准确性。
 - **持续改进：**在其后续监测与报告工作中，经营者应考虑核查报告中提出的建议。
- 从报告（年度排放报告）演变过程中获取的重要经验：
 - 报告详细信息对理解汇总排放数据的编制过程至关重要。
 - 确保参数（如排放因子等数据来源）透明度。
 - 保持年度排放报告与监测计划的一致性。
 - 模板和信息技术系统非常重要，可以确保各设施间的报告更加有序、协调。

3.11. 核查

“核查”课程培训课件的主要目的，是说明欧盟碳排放交易体系中有资格开展核查工作的核查方类型、核查流程的步骤、核查结果的报告以及核查中所发现问题的后续跟进工作。该培训课件重点强调了对核查方的能力和公正性的要求，以及确保核查方遵守规则并持续保持能力和公正性的机制。关键信息包括以下内容：

- 由第三方进行独立核查，可增强对排放数据准确性的可信度，降低欺诈风险，并有助于确保碳排放交易体系的良好运作和公信力。

- 碳排放交易体系多数的第三方核查系统均基于 ISO 14065 标准。欧盟碳排放交易体系的经验表明，需要针对以下领域的制定具体规则，以确保各核查方之间规则的得到一致应用并确保良好的核查质量：
 - 核查范围、核查原则及核查适用的保证等级。在大多数碳排放交易体系中，都需要有合理保证等级⁶。
 - “实在性”概念的应用，以及何时判断错误陈述及未遵守监测计划与规则会对报告数据产生重大影响，可能导致排放报告的核查结果不符合要求。
 - 核查过程中开展的活动、核查方对设施的强制性实地考察、核查报告的内容、对责任实体纠正错误和不合规问题的要求、核查后遗留问题的后续跟进。
 - 核查方的能力、独立性和公正性，以及确保核查方遵守（认证与核查）规则的机制。
- 所有行业中，核查工作与核查报告的关键步骤和规则均相同，但也存在一些特定行业要素：
 - 核查方将评估三个行业在核算边界和监测方法应用方面的特定行业要素。更多信息，参见第 5.2 节（案例）的问题 10 和第 6.2 节（标准答案），以及第 8 节（案例）和第 9 节（标准答案）的所有详细案例研究。
 - 为评估监测与报告中的特定行业要素，审核员和主审核员必须具备与该行业相关的特定能力。关于这些特定能力标准的更多信息，参见第 9 节（标准答案）中集中培训的详细案例研究。
 - 组建核查团队时，核查方可邀请技术专家，以其专业知识为主审核员提供支持。例如，当需要特定专业知识来解释是否符合某一特定行业的取样和分析标准时，这一点就具有相关性。
- 培训过程中，有必要重点强调不同利益相关方在核查前、核查期间与核查后的角色和职责，尤其需要明确他们在监测计划方面所扮演的角色。基础培训中的核查内容、自学阶段第 5.2 节（案例）问题 10 中的水泥行业案例研究和第 6.2 节（标准答案），以及第 8 节（案例）和第 9 节（标准答案）中水泥、铝和钢铁行业的所有案例研究均涉及此内容。
- 标准化模板可确保不同核查方之间按照统一、结构化的方式报告核查结果。欧盟委员会已制定模板，以确保报告一致性。
- 认证机构开展的认证及对核查方开展的监督都大大提高了欧盟碳排放交易体系中的核查工作质量。因此，评估核查工作是否符合规则，以及核查方是否持续保持能力、独立性和公正性至关重要。这不仅涉及对核查方资质的评估，还涉及核查方及其人员的实际表现。反过来，监督核查方认证机构的表现，也是这一过程中的关键环节。根据国际标准化组织框架对核查方进行认

⁶ “合理保证”的定义见《认证与核查条例》第 3 条第(19)款。

证，具有两方面的优势：一是可以在现有框架的基础上进行认证，二是此类认证符合国际标准。若采用其他替代方案，则仍需制定关于核查方能力、独立性与公正性的规则，确保核查方按照统一要求获得许可，并定期对其实际表现和资质进行监督。核查方需获得特定认证范围的授权，才可在特定行业开展核查工作。第 2.11 节包含欧盟碳排放交易体系中适用于水泥、铝和钢铁行业的认证范围。

- 如果参与核查方认证的机构与管理监测、报告与核查流程的机构（如批准监测计划的机构）不同，则确保不同机构之间的信息交流与合作至关重要。
- 适时开始准备工作至关重要：尽早进行核查方认证，组织开展能力建设（如培训、研讨会），并通知核查方。此外，不同地区内经认证的核查方可以相互认可，这有助于确保符合条件的核查方具备足够的能力来满足整体核查要求。

3.12. 主管部门间的管理与协调

“主管部门间的管理与协调”培训课件的主要目的是介绍一种机制，用于学习欧盟各成员国在欧盟碳排放交易体系报告方面的经验教训。

需向学员传授的核心要点包括：

- 若一国有多个主管部门参与监测、报告与核查活动的管理工作（如审批监测计划、检查经核查的排放报告）⁷，则有必要协调各主管部门的工作，以确保各地区的设施按类似方式受到平等对待。主要协调工具包括指导文件、监测计划批准及排放报告审查的核查表、各主管部门间讨论监测、报告与核查问题的工作组或协调小组。
- 各成员国间的管理与协调在很大程度上依赖于所谓的“第 21 条报告”，在使利益相关方建立对欧盟碳排放交易体系在各参与国家间得到有效且一致实施的信心方面，该报告发挥着重要作用。国家报告通过问卷调查形式完成，已针对第 4 阶段（2021 至 2030 年）更新了该问卷。同时，已起草解释性说明，阐述问题的目的及每个问题的完成方式。此类国家报告通过电子系统（即欧洲环境署托管的电子报告平台 Reportnet 3）提交。欧盟委员会基于这些报告提出结论，用于管理和协调各主管部门的方法。

该培训课件中关于*有效性、质量、透明度和协调性*的主要信息包括：

- 监测、报告与核查程序的有效性和监督质量持续提高，增强了市场信心。
 - 主管部门通常同时采用非正式和正式协调措施。

⁷在西班牙、法国等部分国家，多个地区主管部门共同参与监测、报告与核查活动的管理工作，例如审批监测计划等。在其他国家，则采取更集中的办法，由一个中央主管部门负责所有活动。

- 国家认证机构与主管部门间的信息交流大体顺畅，但跨境信息交流方面仍有改进空间。
- 通过在国家层面及欧盟各国间采取协调措施，监测、报告与核查流程的透明度和有效性均得到提升。
- 基于计算的方法与连续排放测量法对比（2023 年报告）：多数设施采用基于计算的方法确定排放量，不采用连续排放测量法。在 2022 年的 8640 个设施中，仅有 145 个设施采用基于连续排放测量的方法，相较于 2022 年 15.29 亿配额的总体上限，其排放总量达到 5260 万吨二氧化碳当量。

该培训课件中关于处罚的主要信息包括：

- 处罚数量较少，表明设施经营者的合规率较高。
- 处罚数量较少的部分原因可能是，几乎所有国家都采取了预防措施（如与经营者保持密切联系、使用信息技术系统或发送自动提醒），以及各国为识别和跟进不合规情况采取了相应措施，如年度排放报告审查和检查。
- 多年来，不断强化协调措施（例如，增加了信息技术系统）。
- 制裁是促进遵守规则的重要手段。欧盟碳排放交易体系中的一项关键处罚是，若设施经营者未能清缴与其报告排放量相等的排放配额，则面临超额排放罚款。

该培训课件末尾强调了国家层面各主管部门（包括地区和国家主管部门、经营者、核查与认证机构）之间信息交流的重要性，以及合规交流平台在不同国家主管部门间分享经验时所起的作用。

3.13. 跨行业与特定行业的监测、报告与核查问题

该课程培训课件的主要目的在于，为欧盟碳排放交易体系《监测与报告条例》下适用于钢铁活动、原生（电解）铝生产及水泥熟料生产的特定行业要求提供背景信息。此背景信息尤为重要，因为它引入了师资培训后续自学阶段及集中培训阶段将开展的欧盟案例研究的相关信息。该培训课件同时也说明了《监测与报告条例》和《认证与核查条例》的哪些要求是跨行业的，不针对具体工业行业（事实上，绝大多数要求皆是如此）。

该培训课件的第一部分聚焦于《监测与报告条例》和《认证与核查条例》的跨行业议题，包括欧盟碳排放交易体系早期阶段在特定行业实施方面面临的挑战，以及更明确的跨行业要求规则，以及更大程度的协调如何帮助解决这些初始问题并保持行业间更大的一致性。跨行业议题的范围依据监测、报告与核查原则、核算边界的定义、适用于监测的概念、实际监测、质量保证和质量控制要求、监测计划、报告与核查等内容进行说明。

该培训课件的第二部分侧重《监测与报告条例》中就欧盟碳排放交易体系下钢铁、原生铝和水泥熟料活动排放量的监测与报告规定的特定行业要求。事实上，这些要求几乎完全局限于《监测与报告条例》附件四中针对特定活动的简短章节，这进一步证实了跨行业议题在总体上占据主导地位。

依次对三个行业进行阐述：首先简短描述整体活动的主要组成部分，然后分别总结《监测与报告条例》附件四相关章节中 A 部分和 B 部分规定的范围（特定行业核算边界）和具体监测规则。

不可避免地，监测规则确实涉及相当具体的术语和专业要求。要在相对较短的授课时间内掌握所有细节，这确实这对学员构成了挑战。因此，需要强调的是，该材料的主要用途是作为支持欧盟特定行业案例研究的参考资料，而非基础培训考试中可能出现问题的依据。为进一步提供有用的参考资料，该培训课件附加了若干额外课件，以便总结：

(i) 欧盟碳排放交易体系针对燃烧过程排放量的特定监测规则，这些规则通常包含在针对钢铁、原生铝和水泥熟料生产所规定的特定活动规则中。

(ii) 《监测与报告条例》附件二中规定的相关层级定义。

该培训课件结论中强调的要点是：

- 提醒注意，《监测与报告条例》的绝大部分要求是跨行业的，无论所属工业行业如何，都平等地适用于所有设施。
- 制定跨行业要求的优势包括：
 - 确保实施平等待遇的可信度。
 - 通过共享的定义、理解和系统提高效率，例如，规定使用通用模板、评估不合理成本采用相同方法以及对质量保证和质量控制采用一致方法的信心。
 - 确保主管部门和核查方的熟悉度以及降低成本。
 - 能够推广通用而非单独的能力建设和培训。
- 《监测与报告条例》在适当情况下确实包含了额外的特定行业要求，尤其体现在《监测与报告条例》附件四（“设施的特定活动监测方法”）中，但同时也注意说明它们与通用跨行业要求的比较情况。

4. 欧方专家对师资培训自学及集中培训所讲授的内容

本节介绍了欧方专家对师资培训自学及集中培训所讲授的内容。第 4.1 节回顾了 2024 年师资培训中针对电力行业编制的欧盟案例研究。对于更深入地理解欧盟碳排放交易体系而言，这些案例研究仍有裨益。第 4.2 节概述了 2025 年师资培训中针对自学阶段和集中培训阶段所涉及水泥、铝和钢铁行业编制的欧盟案例研究。

4.1. 2024 年师资培训试点中既往欧盟案例研究概览

欧盟对 2024 年师资培训试点集中培训阶段所作的主要贡献是四个案例研究。其目的是在师资培训试点基础培训介绍的基础上，通过更多实际案例，展示可从欧盟碳排放交易体系学习的关键经验和教训。

这四个案例研究面向燃烧 / 发电领域的受众，涵盖以下重要主题：

- 案例研究 1—明确定义与碳排放交易体系及所需监测、报告与核查相关的核算边界。
- 案例研究 2—以符合成本效益的方式，确保各设施间实现准确、一致监测的方法：
 - 采用分级管理办法来确定何时使用基于实际测量的计算因子，何时使用缺省值，以及其他监测相关问题；
 - 在排放监测中使用技术可行性和不合理成本的概念；
 - 如何运用监测计划；
 - 从批准监测计划的过程中吸取的经验教训。
- 案例研究 3—与核查相关的概念，包括核查方法、合理保证、重要性、与测量不确定度的关系、发现问题的报告和处理。
- 案例研究 4—有效的数据管理与控制系统，用于正确识别所有数据流活动，确保符合经批准的监测计划和法规，并避免报告的排放数据中出现错报（遗漏、误报或错误）。

这些案例研究还旨在回应师资培训试点基础培训期间收到的学员提出的主要问题及其了解更多信息的需求。

在每个案例研究环节中，均采用了相同的起始情景设定，即都有一个大型燃煤燃烧装置。同时，还提供了更具体的信息，以支持每个新的案例研究主题。

欧盟案例研究的培训材料已在集中培训开始前分发给学员，以便他们为实际培训环节做好准备，并更高效地参与组织者提出的讨论和问题。在实际集中培训中，为每个欧盟案例研究分配了一小时的时间。

师资培训试点的所有欧盟案例研究培训材料（包括集中培训培训课件）均收录在《2024 年师资培训试点计划手册》中。

4.2. 欧方专家针对 2025 年师资培训采用的方法

总体而言，师资培训的集中培训内容紧凑，实际需在五个工作日内完成，以免从偏远地区赶来的学员长时间停留，并尽量减少对正常工作安排的影响。考虑到 2024 年师资培训试点计划的经验教训，针对 2025 年师资培训的欧盟案例研究，专家提出并采用了两阶段法：

- 在培训的自学阶段，分发初步案例研究材料，提出初始信息和问题供学员思考。
- 作为 2025 年集中培训计划的一部分，展示更详细的案例研究和问题。这些详细案例研究在自学阶段初步基础案例的基础上，提供了各种监测、报告、核查与认证相关主题的更详尽信息。

这种方法更受欢迎，因为 2025 年师资培训计划要求欧盟案例研究针对与三个不同工业行业相关的更复杂情景：综合钢铁生产；电解铝生产；水泥熟料生产。参与 2025 年师资培训计划的学员具有多专业背景，这为欧方专家在自学阶段和集中培训阶段的授课带来了额外挑战。鉴于所有学员都必须探讨欧盟相关的案例这一事实，需要提供充分解释和一般性问题，以确保对所有相关人员一视同仁，无论其具体背景如何（见下文第 4.4 节的进一步说明）。

2024 年师资培训试点计划案例研究的部分内容被分配到基础培训课件、新的特定行业案例研究，以及新增到 2025 年师资培训计划集中培训议程中的七个跨行业培训课件中。同时，仍可通过《2024 年师资培训试点计划手册》，查阅到这些内容的完整资料。

在 2025 年师资培训计划集中培训的第 2、3、4 天，分别安排了 1.5 小时的集中培训，依次介绍钢铁、水泥和铝行业的欧盟案例研究。每次培训前，欧盟会额外安排 0.5 小时，就相关跨行业主题进行演示。在欧盟案例研究会议中，通过示例展示如何在特定行业案例研究中实际应用专家讲授的跨行业主题。该培训还在集中培训第 1 天额外安排了 0.5 小时，解释后续的欧方专家授课计划，并概述了监测、报告与核查的跨行业议题。

4.3. 2025 年师资培训计划集中培训中的欧盟跨行业相关课程

欧盟跨行业的相关课程安排如下：

- 在钢铁案例研究前，进行“质量平衡法与标准计算法”和“取样与分析”的演示。
- 在水泥案例研究前，进行“不确定度评估”“数据缺口”和“替代燃料的监测、报告与核查”的演示。
- 在电解铝案例研究前，进行“缺省值的代表性”和“不合理成本与技术可行性以及分级方法”的演示。

这种安排反映了与相关工业行业的特定关联性，但正如“跨行业”这一术语所示，这些主题在不同程度上也与其他行业相关。例如，质量平衡法与计算欧盟碳排放交易

体系中钢铁一体化设施的排放量尤为相关，但其同样也是计算欧盟碳排放交易体系中电解铝设施二氧化碳排放量的强制性方法。

在欧盟集中培训每个案例研究包含的 10 个主要问题中，有两个问题专门与之前的跨行业演示相关，用于进一步阐明相关要点，并展示如何在特定行业中应用跨行业主题。这两个问题旨在供学员分组讨论。在每份案例研究培训课件结束时，会提供在其他行业中如何考虑该跨行业主题要素的相关信息。

欧盟跨行业相关课程的进一步总结，见本手册第 7 节。完整培训课件可在本手册附件四中找到，该附件以单独文件形式提供。

4.4. 2025 年师资培训的案例研究概述

如前所述，2025 年师资培训计划涉及三个欧盟案例研究，分别针对钢铁、水泥和铝行业，具体分为两部分：为师资培训自学阶段设计的案例研究初步版本，以及为集中培训设计的更深入版本。

2025 年师资培训基础培训的反馈显示，许多学员不具备工业背景，不熟悉钢铁、水泥熟料和铝生产相关的工艺细节和专业术语。因此，专家一致同意在案例研究的开始部分，纳入对所涉及工艺操作的全面概述，以确保所有学员都能从相同的基础信息和认知水平出发。对于具有某一特定行业背景但不熟悉其他行业的学员，这种做法也有益处。

供学员初步探讨的自学案例研究的完整版本，如下文第 5 节所示。对于案例研究中提出的问题，其标准答案见第 6 节。第 8 节展示了为集中培训课程分发的更深入案例研究材料，第 9 节则提供了这些文件中所包含问题的标准答案。

涉及集中培训案例研究的培训课件，载于附件四（单独文件）第 3 节。这些培训课件的一个关键特点是，使用微软 Mentimeter 软件来鼓励学员参与回答所提出的问题。这不仅能在演示过程中增强互动性，还能通过识别持续存在的误解领域（通过错误答案反映）来确定需要进一步说明 / 解释的问题，从而提供额外教育价值。

以下摘要解释了每个欧盟案例研究的主要目的和采用的方法：

4.4.1 钢铁一体化设施自学案例研究（第一部分）

钢铁一体化设施案例研究的第一部分中，简要概述了导致温室气体排放的钢铁生产工艺流程和活动。同时，将其与其他三种钢铁生产工艺进行了比较，即废钢直接熔化、熔融还原和铁直接还原（后者为氢基炼钢开辟了道路）。

随后，对一家综合钢厂（案例研究）及现有监测活动进行了详细描述。本案例研究详细介绍了主要工艺步骤和活动，如烧结、炼焦、高炉、碱性氧气转炉、铸轧设施、发电以及厂内运输等。

案例研究的第一部分以一系列问题结尾，要求参训人员将从基础培训中学到的知识应用到案例研究中，主要包括：

- 与工厂所有权以及欧盟和中国差异相关的问题

- 设施中的源流及其类别
- 质量平衡法及其对工艺某些部分的需求
- 综合钢厂的分级方法
- 数据分析和数据取样问题

4.4.2 钢铁一体化设施集中培训案例研究（第二部分）

钢铁案例研究的第二部分以第一部分为基础，并通过以下变化内容说明：

- 通用跨行业议题：
 - **核算边界：**通过一个变体进行说明该议题，即综合钢厂向属于另一家公司的邻近铸造厂输出焦炉煤气。
 - **监测计划：**该议题涉及源流的讨论和层级的定义。
 - **质量保证和质量控制体系：**针对该议题，专家讨论了如何采取（主要）措施来缓解钢铁厂数据流中存在的风险（控制活动）。此外，还讨论了控制主要风险的活动（即控制活动）无法正常开展时，又存在哪些风险。
 - **核查：**与此议题相关的问题表明，核查是一种基于风险的方法。核查方会优先检查设施中数据流活动风险最高的数据流环节。
- 特定跨行业议题：
 - **取样与分析：**通过一个案例对该议题进行研究，该案例中高炉使用的部分焦炭被终端用户的塑料废物所替代。
 - **标准方法与质量平衡法对比：**通过两个示例讨论此议题：（i）案例研究中的钢铁有限公司工厂使用焦炉煤气、高炉煤气和转炉煤气在自有综合钢厂内发电；（ii）变化情形是，案例研究中的钢铁有限公司工厂还运行电弧炉工艺生产线，并配套一个以天然气为燃料的热电联产（CHP）厂。

4.4.3 水泥生产厂自学案例研究（第一部分）

有关水泥生产的欧盟案例研究的第一部分旨在帮助学员了解欧盟碳排放交易体系设施中的水泥生产。本案例研究聚焦水泥设施的核算边界：强调设施、源流和排放源的概念。本案例研究旨在确定水泥设施中的哪些活动属于欧盟碳排放交易体系的范围。原则上，水泥生产厂生产水泥熟料，但也进行燃烧活动。更多信息见第 6.2 节问题 1。本案例研究还旨在教会学员识别设施的边界：

- 解释哪些内容属于水泥厂的核算边界，以及确定这些边界需要考虑哪些因素（问题 2）；
- 设施中可以识别哪些源流，以及这些源流的类别是什么（问题 3 和问题 5）；
- 水泥设施中可以区分哪些排放源（问题 4）。

为向学员介绍如何将监测方法的各种概念应用于水泥领域，案例研究中纳入了一些关于分级方法应用以及水泥设施所用的部分燃料计算因子取样分析的基本问题（问

题 7 和问题 8)。还纳入了问题 9，以便学员熟悉水泥设施方面的数据流概念，以及水泥设施中哪些区域的数据错误风险最高。由于本案例研究的重点主要放在水泥设施的核算边界上，最后一个问题旨在探讨核查方在设施核算边界评估过程中所起的作用。标准答案见第 6.2 节。这十个问题的答案均以案例研究中提供的信息为依据，并结合师资培训基础培训中传授的知识。

4.4.4 水泥生产厂集中培训案例研究（第二部分）

有关水泥生产的欧盟案例研究第二部分是更细化的案例研究，深入探讨了监测方法的各种概念、有关数据流、质量保证和质量控制的特定行业要素、核查方在水泥设施排放报告核查过程中所起的作用。本案例研究的背景资料提供了一些关于水泥设施监测方法和监测计划的额外信息。其中还包括数据流详情，这是本案例研究的一个关键点。

问题 1 基于自学案例研究中的问题 10（见第 6.2 节），旨在确定核查方在核查过程中需要哪些类型的信息来评估水泥设施的核算边界。这种实操练习有助于学员理解核算边界中的特定行业要素，以及掌握核查方为收集必要信息而需采取的步骤。监测计划在所有监测、报告与核查流程中都起着关键作用。问题 2 旨在让学员详细了解水泥设施监测计划应包含哪些内容以及发现监测计划不完整时应如何处理。针对跨行业监测内容（不确定度评估和数据缺口）的具体问题，本案例研究中补充了更多细节：

- 水泥设施运营方接管了一座发电厂，利用其电力进行水泥生产，并采用连续排放监测系统监测发电厂的排放情况。添加此信息是为了提出一个问题（问题 3）：当采用基于计算的方法（适用于水泥设施的方法）和采用连续排放监测系统（应用于发电厂的方法）时，如何进行不确定度评估？
- 两个数据缺口示例，以便提出问题（问题 4）：在基于计算的方法和采用连续排放监测系统的方法中，如何处理数据缺口？

这两个关键问题均旨在供各讨论小组进一步讨论。本案例研究中的其余问题则重点探讨数据流，旨在识别数据流中的主要风险（也称为“固有风险”）。跟踪数据流、识别数据流和控制活动中的风险，为学员提供机会理解水泥设施运作方式，并了解涉及的各种活动、关键监测内容和风险。采取何种质量控制措施，取决于相关风险的性质和大小。考虑到水泥设施特有的数据流，问题 6 询问要缓解数据流风险可开展哪些关键控制活动，随后又询问若控制活动无效会有什么风险。问题 7 则询问可以在水泥设施中采取哪些措施来缓解控制风险。最后的几个问题聚焦核查，详细探讨数据流和控制活动中的风险如何影响核查期间各项检查的类型和细节。问题 9 旨在让学员了解核查方在两个跨行业主题（核查用于不确定度评估的输入信息以及核查方处理数据缺口的方式）评估过程中所起的作用。在核查过程中，核查方在核查报告中指出所有未解决问题至关重要。本案例研究中，最后一个问题则探讨如何在核查报告中列明这些未解决问题以及如何后续跟进。

4.4.5 铝冶炼自学案例研究（第一部分）

有关铝冶炼的欧盟案例研究的第一部分，主要让学员了解电解铝冶炼相关环节，以及电解铝冶炼在整个铝生产过程中的定位。这有助于后续结合适当的核算边界、源流和排放源背景信息，思考碳排放交易体系的监测、报告与核查要求。

这部分提供了可用于区分氧化铝生产与铝生产以及原生铝（电解铝）生产与再生铝生产的信息。随后还提供了关于铝电解工艺的详细信息，包括与电极生产和电极使用相关的工艺。在阐述欧盟碳排放交易体系中针对电解铝生产二氧化碳排放量的监测与报告范围方面，电极生产的相关性是显而易见的。与中国的碳排放交易体系不同，欧盟碳排放交易体系明确要求报告电极生产以及电极消耗产生的排放量。

本案例研究中的问题都仅限于鼓励对监测、报告与核查要求进行初步思考。例如，欧盟碳排放交易体系虚构经营者在案例情景所描述的铝生产相关活动中的责任、与消耗电力相关的状况、所涉及设施的类别、对设施相关源流的初步思考。这十个问题的答案均以案例研究中提供的信息为依据，并结合师资培训计划基础培训中传授的知识。

有关更详细监测、报告与核查要求的思考事项，包括全氟碳化物（PFCs）相关内容，参见师资培训计划集中培训专项案例研究的第二部分。

4.4.6 铝冶炼集中培训案例研究（第二部分）

有关铝冶炼的欧盟案例研究第二部分，旨在让学员完全理解欧盟碳排放交易体系中对铝冶炼活动的监测、报告与核查要求。确认《监测与报告条例》和《认证与核查条例》的常规跨行业要求适用后，该部分转向其他特定行业议题，首先是需监测和报告全氟碳化物及二氧化碳的排放量。本案例研究中提供的背景信息扩展至《监测与报告条例》附件四的具体要求（关于二氧化碳排放量，见附件四第7节；关于全氟碳化物排放量，见附件四第8节）。学员应能从中领会以下主要要点：

- 欧盟碳排放交易体系要求报告电极生产以及电解过程中电极消耗所产生的二氧化碳排放量。
- 欧盟碳排放交易体系要求采用质量平衡法测定二氧化碳排放量。
- 相关燃烧活动的排放量可以纳入到上述质量平衡体系中进行测定，也可以按标准计算法单独测定。
- 至于预焙电极的生产和消耗，可以灵活处理——可以按质量平衡法分别进行测定，也可以将两者纳入同一质量平衡体系进行测定。
- 测定全氟碳化物的排放量时，需要考虑逸散排放量以及阳极效应产生的排放量。
- 对于因阳极效应产生的全氟碳化物排放量，可以通过以下方法之一测定：
 - （i）方法 A——监测每天每个电解槽的阳极效应分钟数，
 - （ii）方法 B——记录阳极效应过电压。
- 根据欧盟碳排放交易体系，无论是与方法 A 还是与方法 B 相关的排放因子，都必须按一级（《监测与报告条例》附件四第8节中表1和表2列示的四氟化碳和六氟乙烷的缺省值）或二级（根据附件四第8节规定的方法确定的特定设施值）进行推导。

- 根据欧盟碳排放交易体系《监测与报告条例》规定的常规跨行业方法，最好是达到最高层级（就全氟碳化物排放因子而言，二级）；但是，如果经营者能够证明更高层级方面存在技术不可行性或不合理成本，那么也可能获准达到较低层级即可。
- 欧盟碳排放交易体系对全氟碳化物排放因子的处理方法与中国碳排放交易体系的不同（中国碳排放交易体系下的《铝企业核算与报告指南》仅规定采用缺省值）。

该案例研究的第二部分还增加了相关信息，以帮助学员理解全氟碳化物在电解铝生产过程中是如何产生的（既来自阳极效应，也以逸散排放的形式产生）。该案例研究增加了（关于虚构设施的）补充情景描述。还提供了更多信息，以说明监测计划中批准的活动、设施边界、批准的监测方法（包括全氟碳化物逸散排放量监测相关方法）以及采用的数据管理和控制措施。

随后提出了十个问题，供学员思考。首先是要求根据当下提供的最新工艺描述识别相关源流。该问题与案例研究自学部分（第一部分）的最后一个问题相关联，让学员对欧盟碳排放交易体系中的源流和排放源相关定义有新的理解。同时，在集中培训过程中提出一个相对轻松有趣的“开场”问题（这是一个可讨论的问题，不仅适合有电解铝生产方面实际经验的学员，而且特别适合所有学员，无论其背景如何）。

问题 2 至问题 6 旨在检查学员在所提供的补充背景信息的基础上，对欧盟碳排放交易体系下特定行业二氧化碳和全氟碳化物排放量监测要求的理解情况。

问题 7 和问题 8 系专门设置，旨在考量铝案例研究环节之前两个跨行业培训课件（即“缺省值的代表性”和“不合理成本、技术可行性及分级方法”）的实际影响。问题 7 和问题 8 亦可供学员在分组讨论中进行探讨。

最后两个问题（问题 9 和问题 10）分别探讨质量保证和核查议题。除了需要建立、记录、实施并维持涵盖所有数据流活动、风险评估和旨在缓解已识别风险的相关控制活动的书面程序外，问题 9 还特别希望学员认识到取样和分析工作可以外包（要求有具体外包程序），并且（依据《监测与报告条例》第 33 条）经营者还应制定具体取样计划，该计划应涵盖全氟碳化物的取样和分析。

5. 师资培训自学阶段欧盟案例研究第一部分——案例及未附答案的问题

本节涵盖为 2025 年师资培训自学阶段制定的欧盟案例研究的内容。

5.1. 欧盟案例研究第一部分：钢铁

注：相关情景中采用虚构设施，不涉及任何真实设施。

1. 引言

1.1 本文件目的

本案例研究是为“支持中欧碳市场政策对话与合作项目”下师资培训的自学阶段而编制。本案例研究涉及一座钢铁一体化设施，包含钢铁行业特有的监测、报告与核查（MRV）问题。

第 1.2 节简要概述了钢铁生产工艺流程和产生温室气体排放的相关活动。随后，第 2 节介绍了一座一体化钢铁厂（案例研究）及现有监测活动。第 3 节提出了一系列问题，要求参训人员将基础培训中学到的知识应用到案例研究中。

1.2 行业简介

目前，全球范围内的钢铁生产主要采用四种工艺路线：传统的高炉/碱性氧气转炉路线、废钢直接熔化（电弧炉）路线、熔融还原路线和直接还原路线（见下图 1）。在欧盟，钢铁生产主要采用高炉/碱性氧气转炉路线（约占总产量的 2/3）和电弧炉（EAF）路线（约占总产量的 1/3）。

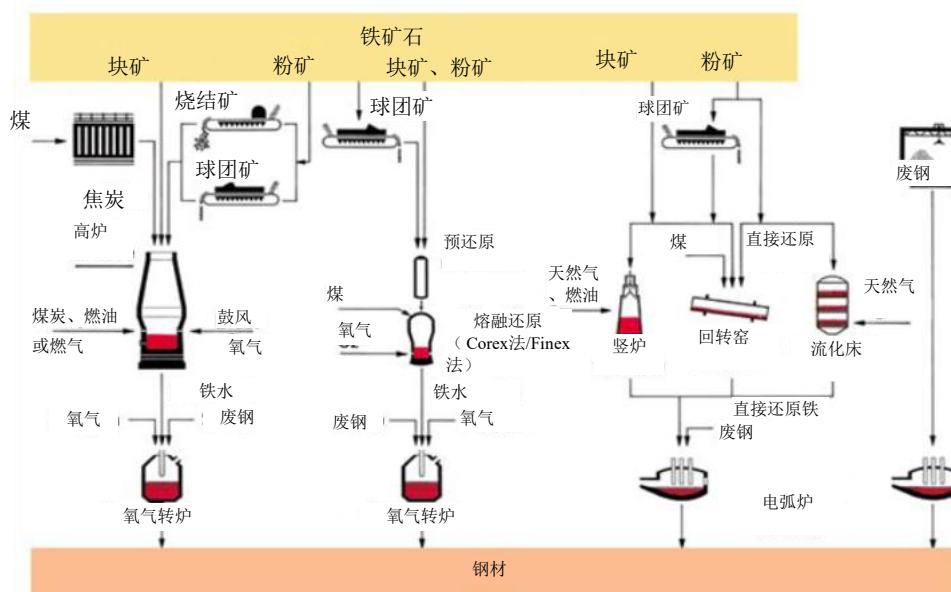
在图 1 所示的四种炼钢工艺路线中，传统的高炉/碱性氧气转炉路线是迄今为止最复杂的，其生产过程在被称为综合钢铁厂的大型工业综合体内进行，综合钢铁厂可能包含多个生产单元，如焦炉车间、烧结车间、制粒车间、高炉及设有后续浇铸工序的碱性氧气转炉炼钢车间。此外，还可能设有利用副产品气体（高炉煤气和焦炉煤气）驱动的发电装置。综合钢铁厂的特点是，各个生产单元之间存在相互依存的物料流和能量流网络。

钢铁生产过程中的温室气体排放可能涉及多种活动。

- 燃料和 / 或副产品气体燃烧产生的燃烧排放物用于：
 - 提供实现必要化学反应和物理处理所需的足够温度，
 - 提供钢铁厂运行所需的动力与蒸汽。
- 高炉还原剂和电弧炉碳阳极使用过程中产生的工艺排放物（如来源于焦炭、煤的排放物），用于还原氧化铁。

图1 四种钢铁生产工艺路线

高炉/碱性氧气转炉还原 熔融还原 直接还原 废钢直接熔化



资料来源:【312, 迈克尔·德格纳博士 (Dr. Michael Degner) 等人, 2008 年】

2. 工艺流程与活动描述

2.1 钢铁厂工艺流程与活动概要

关键工艺流程

案例研究中的钢铁有限公司运营着一家综合钢铁厂。其厂区内设有一个烧结车间、一个焦化车间、一座高炉、一座碱性氧气转炉、一座装机容量为 30MW 的小型发电厂，以及铸轧设施。

烧结车间: 在烧结车间内，高炉炉料通过烧结来改善透气性与还原性。烧结工艺的炉料由粉矿、添加剂（如石灰、橄榄石）以及来自下游工序的含铁回收物料（包括但不限于高炉煤气净化产生的粗粉尘和污泥、轧制氧化皮等）混合而成，其中还会加入焦粉，以便点燃整个炉料。

烧结车间主要由一个耐热铸铁制成的大型移动式炉篦组成。在炉篦的起始部位，设有一个燃气燃烧器罩，用于点燃混合料中的焦粉。焦粉在到达炉篦末端之前会完全燃烧。在带式烧结机尾部，烧结矿块落到破碎台上，通过破碎机将其破碎。

焦化车间: 煤在无氧环境下间接加热到 $1000^{\circ}\text{C}\sim 1100^{\circ}\text{C}$ ，持续加热 14~28 小时，生成焦炭（固体）、煤气及液态产物。通常，经过净化处理的焦炉煤气¹可用作燃料。

高炉: 高炉内持续投入铁矿石块、烧结矿、添加剂（石灰石）以及作为还原剂的焦炭。高炉煤气²从炉顶收集。经处理后，高炉煤气在全厂分配使用（甚至可输出到设施外部），既作为加热燃料，也可供装机容量为 10MW 的发电机发电。高炉炉顶设备同

样采用富化高炉煤气运行。高炉产出铁水（生铁）。并非所有铁水都用于炼钢，案例研究中的钢铁有限公司还生产部分生铁，出售给第三方。

碱性氧气转炉：通过氧化反应降低铁水碳含量，并去除硅、锰、磷等杂质。放热氧化反应会产生热量，因此该环节无需燃烧燃料来产生热量。转炉煤气富含一氧化碳，经收集、净化后，在厂区内用作发电燃料。

铸轧设施：在连铸机中生产出板坯，随后转移至储存区冷却。随后，板坯被运送至热轧带钢厂。在热轧带钢厂内轧制前，先在加热炉中加热板坯。

发电与耗电：30MW 发电厂以焦炉煤气及其他副产品气体为燃料。另设 3MW 辅助发电机组。该设施还消耗部分电网供应电力。

综合钢铁厂内部的物料运输主要采用输送带和柴油机车。工作人员驾驶柴油车辆在各生产单元间通行。

燃料、投入物与产出物

表 1 概述了案例研究中钢铁有限公司的燃料、工艺投入物及工艺产出物。燃料、工艺投入物及工艺产出物的供应与监测方法，详见表 2。

表 1 案例研究中钢铁有限公司各生产工艺的燃料、工艺投入物与工艺产出物

工艺	燃料 / 能源载体	工艺投入物	工艺产出物
焦化	● 焦炉煤气	● 煤	● 焦炭 ● 焦炉煤气
烧结	● 焦粉	● 粉矿 ● 石灰、橄榄石 ● 粗粉尘 ● 高炉煤气净化产生的污泥 ● 轧制氧化皮	● 烧结矿
高炉	● （富氧）高炉煤气	● 铁矿石 ● 烧结矿 ● 焦炭 ● 石灰石	● 铁水 ● 高炉煤气
氧气转炉	● 纯氧	● 铁水 ● 熔剂（氧化钙或白云石）	● 转炉煤气 ● 钢
铸轧	● 电力	● 钢板坯	● 轧制产品
发电	● 高炉煤气 ● 富氧焦炉煤气 ● 转炉煤气	不适用	● 电力

表2 案例研究中钢铁有限公司燃料/能源载体、工艺投入物与工艺产出物的获取及监测

物质 / 源流	获取	消耗量 / 产量及成分监测
煤	铁路运输（每周）	质量：年度库存盘点（由特许测量师执行）。对于其他方面（如质量），需提高取样和分析的频次（《监测与报告条例》附件七中建议，最低分析频次为每 20,000 吨至少分析一次且每年不少于六次）。
焦炭	现场生产	质量（焦炉出口）：称重给料机 净热值：外部实验室，每批次送检一个样品 碳含量：外部实验室，每批次送检一个样品
石灰石	铁路运输（每周）	质量：高炉称重给料机 成分：由供应商（按照 ISO 17025 标准获得认证的实验室）分析
橄榄石	铁路运输（每周）	质量：高炉称重给料机 成分：由供应商（按照 ISO 17025 标准获得认证的实验室）分析
焦炉煤气	现场生产	焦炉排气口 将焦炉煤气用作燃料的发电机组入口点（发电、焦炉） 体积、质量：流量计 成分：每周取样，送外部实验室检测
高炉煤气（富氧）	现场生产	高炉排气口 将富氧高炉煤气用作燃料的各单元（例如，发电机组）入口点 体积、质量：流量计 气体成分：每月取样，送外部实验室分析
转炉煤气	现场生产	碱性氧气转炉排气口 将转炉煤气用作燃料的各单元（例如，发电机组）入口点 体积、质量：流量计 气体成分：每月取样，送外部实验室分析
粉矿	铁路运输（每周）	质量：高炉称重给料机 矿石成分：由供应商（按照 ISO 17025 标准获得认证的实验室）分析
烧结矿	现场生产	质量：地磅 成分：每月取样，送外部实验室检测
纯氧	卡车运输	用流量计测量
粗粉尘	现场生产	质量：用地磅测量 成分：每年取样，送内部实验室分析 含水量：（通过湿度计）连续监测
高炉污泥	现场生产	质量：地磅或流量计 成分：每月取样，送内部实验室分析
铁水/生铁（外销）	现场生产	质量：用流量计或地磅测量 生铁成分（包括碳含量）：每日取样，送内部实验室分析

钢	现场生产	质量：用地磅测量 钢材成分（包括碳含量）：每日取样，送内部实验室分析
柴油	厂区内柴油罐为机车和道路车辆供油，每月补油一次	供货记录+通过检查油位实现年度库存盘点
（电网）电力	电网	电表

二氧化碳排放量由安全健康环境（SHE）专员按照质量平衡法确定，该方法核算进出厂区的所有碳流。

3. 实操练习

3.1 习题

1. 案例研究中钢铁有限公司的哪些业务活动属于欧盟碳排放交易体系范围？（有关活动的定义，参见基础培训课件课件）
2. 案例研究中的钢铁有限公司隶属于案例研究中的 Magna 集团，该集团在同一国家还拥有另外两家钢铁生产厂（电弧炉生产）和多家水泥生产厂。在中国碳排放交易体系下，哪些实体需要报告温室气体排放量？在欧盟碳排放交易体系下，哪些实体需要报告温室气体排放量？原因分别是什么？
3. 在欧盟碳排放交易体系范围内，安全健康环境负责人需要考虑哪些源流？（有关源流的定义，参见基础培训课件课件）
4. 在欧盟碳排放交易体系范围内，安全健康环境负责人无需考虑哪些源流？请解释原因。
5. 安全健康环境负责人发现，采用质量平衡法非常耗时。帮助他了解是否存在无需进行质量平衡核算的活动。这些活动有哪些？需要针对这些活动采用什么方法？
6. 据安全健康环境负责人报告，过去三年内，该设施的年度二氧化碳排放量约为 6.5 亿吨。案例研究中的钢铁有限公司工厂属于哪一类设施？（有关设施类别的定义，参见基础培训课件课件）
7. 根据你的经验，进出厂区的哪些碳流可能属于主要源流？（有关主要源流、次要源流、微量源流的定义以及质量平衡法的定义，参见基础培训课件课件；有关质量平衡法总量的定义，参见《监测与报告条例》（欧盟第 2018/2066 号条例）第 25.2 条）
8. 对于主要源流、次要源流和微量源流，安全健康环境专员需要对活动数据和计算因子分别采用何种层级？
9. 内部实验室未按照 ISO 17025 标准获得认证。请帮助安全健康环境专员了解这是否构成问题及其原因。

10. 安全健康环境专员想知道，对煤炭、高炉煤气、转炉煤气和焦炉煤气开展的分析频次是否达到足够的频次。请根据《监测与报告条例》（欧盟第 2018/2066 号条例），帮助其查明最低分析频次。

5.2. 欧盟案例研究第一部分：水泥

注：相关情景中采用虚构设施，不涉及任何真实设施。

1. 引言

1.1 本文件目的

本案例研究是为“支持中欧碳市场政策对话与合作项目”下师资培训的自学阶段而编制。其内容旨在确保学员对水泥生产所涉及的相关环节形成基本认识，并初步了解温室气体碳排放交易体系的相关监测、报告与核查要求。

需要重点说明的是，本案例研究的内容旨在为师资培训计划集中培训阶段中与水泥行业相关的监测、报告与核查深度分析提供基础背景介绍。理解本案例研究是在后续集中培训中高效开展深入学习的必要前提。

第 1.2 节概述了水泥行业产生温室气体排放的活动及其相关工艺流程。接着，第 2 节详述了案例研究的内容，包括水泥生产厂生产活动、核算边界及现有监测活动。第 3 节列出了一系列问题。学员应在分析本案例研究和回答问题时，复习师资培训基础培训阶段的材料。

1.2 水泥行业简介⁸

通常而言，水泥生产厂选址于采石场附近，以便开采石灰石、泥灰岩或白垩岩等原材料，并将其运送至一级和二级破碎机进行破碎。随后，加入少量其他原材料（如铁矿石、铝土矿、页岩、黏土或砂），并将这些材料一起研磨成生料。

生料通过窑炉产生的高温废气实现多级预热⁹。预热过程中，会从高温燃料气中回收热量，并且随着每级预热的推进，热回收率会相应提高。生料在窑炉中被加热至 1450°C，从而发生反应。为确保生料达到所需温度，回转窑使用煤炭、石油焦、燃气、燃油及其他燃料进行加热。在欧盟，90% 的水泥熟料是通过所谓的干法窑工艺生产的¹⁰。

生料中的石灰石会转化为石灰，石灰与其他成分发生反应后形成新的矿物，进而生成熟料。熟料通过空气冷却后，在水泥磨中与石膏一起研磨，形成名为“普通硅酸盐水泥”的灰色粉末。若在其中混入额外的矿物成分，则会生产出复合硅酸盐水泥。

⁸本节的水泥行业简介基于欧洲水泥协会（CEM bureau）发布的资料页《水泥制造介绍》。

⁹预热器由一系列旋风预热器组成。在旋风预热器中，热烟气按与物料流动相反的方向流经生料。

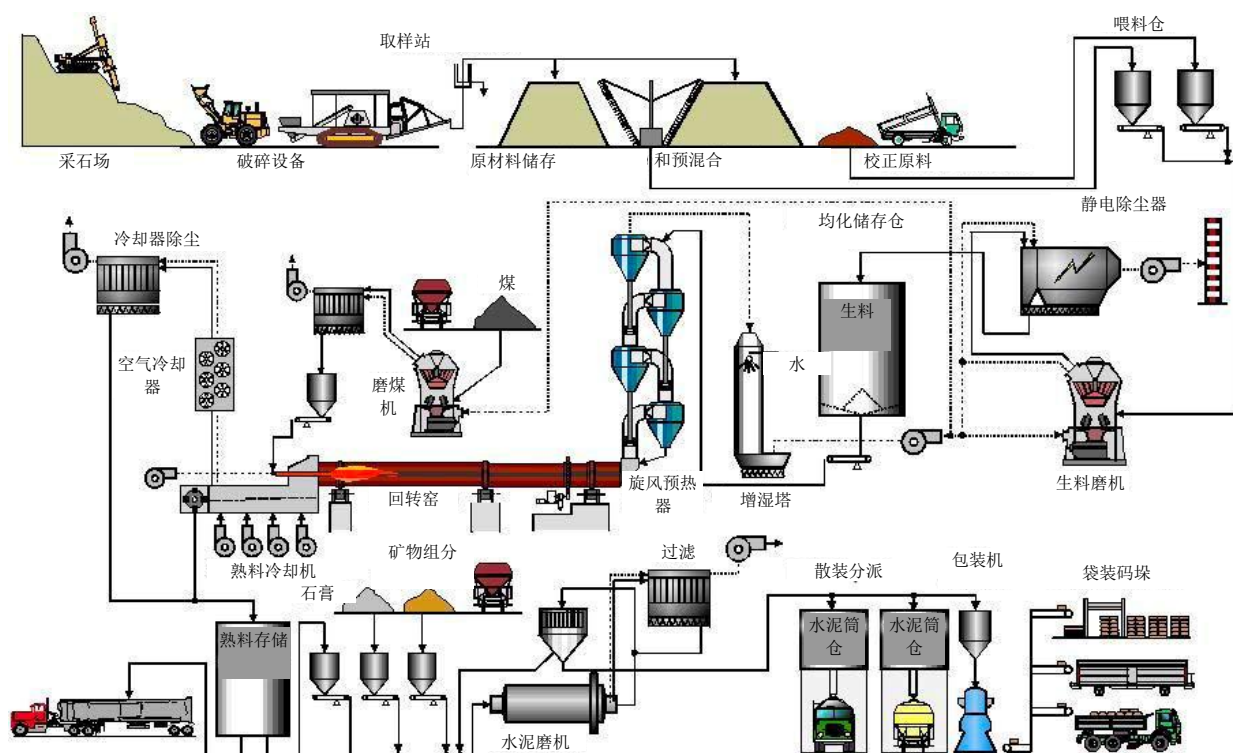
¹⁰干法熟料工艺：该工艺是指将原材料加工成原材料粉末，其含水量通常低于 1%。干法工艺可降低热耗与用水需求。但是，窑内物料的流动性较差，易导致混合不均。与干法工艺不同，湿法工艺生产的原材料浆体含水率达 32%~40%。原材料浆体的流动性较好，让混合更加均匀，从而生产优质熟料。尽管如此，湿法工艺需要消耗更多热量。

多数情况下，熟料在厂内研磨，但也可通过卡车、火车或船舶运输至其他研磨厂进行加工。最终产品经过均化处理¹¹后储存于水泥筒仓内，随后被运送至包装站，或装入筒仓通过水路、公路或铁路运输。

水泥行业是欧盟的重要行业，其排放量约占欧盟碳排放交易体系排放总量的 8%。欧盟有 25 个国家设有水泥生产设施。水泥行业 60%的排放量来自煅烧过程，属于工艺排放量，其余排放量则与能源相关。

2. 案例研究：水泥生产

CEMA 是一家灰色水泥熟料¹¹生产厂，配备 2 台回转窑。该厂紧邻一条水路，每年排放 78.5 万吨二氧化碳。下图展示了其生产工艺流程概况。



资料来源：【103，欧洲水泥协会（CEMBUREAU），2006 年】

工艺流程与活动说明：

天然存在的钙质沉积物（如石灰石、泥灰岩或白垩岩）是碳酸钙的来源。二氧化硅、氧化铁和氧化铝则存在于多种矿石与矿物中，例如砂、页岩、黏土和铁矿石。石灰石、白垩岩、泥灰岩、页岩或黏土等主要原材料，从工厂附近的采石场开采而来，

¹¹欧盟碳排放交易体系对灰色水泥熟料和白色水泥熟料加以区分。灰色水泥是建造桥梁、楼宇等结构的坚固材料，其生产成本约为白色水泥的一半，且其供应范围比白色水泥更广。白色水泥具有与灰色水泥相似的结构性能，同时能提升拱廊、酒店、教堂等建筑的装饰效果，且无需再次粉刷。在水泥生产过程中，可通过添加指定彩色颜料，使白水泥获得永久性装饰色彩。白色水泥的温室气体排放量比灰色水泥高出约 40%。其仅占熟料温室气体排放总量的 2.4%。

经一级破碎后储存，待进一步加工处理。铝土矿、铁矿石、高炉矿渣或铸砂等其他原材料，则需外购调入。

水泥生产工艺中的基本化学反应始于窑炉内碳酸钙（CaCO₃）在约900°C下的分解，生成氧化钙（CaO，即石灰）并释放出气态二氧化碳（CO₂）。这一过程被称为“煅烧”。随后是“熟料烧成”过程：氧化钙在高温（通常为1400°C~1500°C）下与二氧化硅、氧化铝和氧化亚铁发生反应，形成钙的硅酸盐、铝酸盐和铁酸盐，这些物质共同构成熟料。之后，熟料与石膏及其他添加剂一起被研磨，最终制成水泥。

CEMA 的两台窑炉使用多种常规化石燃料、替代化石燃料、混合燃料，以及少量生物质燃料（如下文所述的污泥颗粒）。成品水泥储存于筒仓内直至发运。大部分水泥以散装形式销售，通过驳船或卡车运输。大约 5%~10%的水泥以袋装形式销售。

工厂办公室负责管理、质量控制和控制室运营工作，内设实验室。

厂区配备使用各种液化石油气与轻柴油的小型设备，以及由轻柴油驱动的应急发电机与消防泵。

窑炉产生的余热经回收后输送至地方政府的区域供暖系统，为社会住房供暖。

窑炉燃料

窑炉能够混烧多种不同类型的燃料，包括：

监测计划中列明的燃料
固体
（F1）煤炭
（F2）石油焦
（F4）废轮胎
（F8）污泥颗粒*
（F10）城市废弃物衍生燃料
液体
（F3）煤油*
（F9）废溶剂
气体
（F5）天然气
（F6）液化石油气
（F7）轻柴油
*微量燃料

窑炉所用燃料取决于运行时的供应情况与经济性。

煤炭和石油焦通过驳船运至设施的港口。平均每艘驳船卸载 2500 吨。货物的数量由经认可的特许测量师采用水置换法测定，该方法可保证将测量不确定度控制在±1%以内。

卸载后，煤炭和石油焦储存在两个料堆中，并通过输送带从料堆输送至磨机，随后送入窑炉。每年 1 月 1 日，特许测量师会对每个料堆的体积和密度进行库存盘点测量。

煤炭 / 石油焦的消耗量通过库存平衡法计算：

燃料 C=燃料 P+燃料 S-燃料 E

式中：

燃料 C = 第 y 年消耗的燃料

燃料 P = 第 y 年交付的燃料

燃料 S = 第 y 年年初库存燃料

燃料 E = 第 y 年年末库存燃料

每批煤炭或石油焦均按照 ISO 1988 标准取样，所有样品均由外部实验室进行分析。

其他燃料及物料 / 添加剂采用经校准的地磅称重进厂，其相关活动数据通过库存平衡法确定。除轮胎外，这些燃料均会采集代表性样品送往实验室，测定生物质占比、净热值（NCV）、碳含量及相关排放因子（EF）。由于难以获取轮胎的代表性样品，其相关计算采用特定国家缺省值：排放因子为 0.088 吨二氧化碳 / 太焦，净热值为 28.2 吉焦 / 吨。

微量燃料处理方式：

- 上表中的 F3——采用估算值或非校准流量计确定活动数据，计算因子采用国家缺省值。
- 上表中的 F8——假设报告年度内所有交付量均在当年消耗完毕。污泥颗粒为 100% 固体生物质，经营者采用零排放因子。

窑炉进料与窑灰：

监测计划中引用的物料	
窑炉进料（M1-9）	窑灰（M10-M11）
熟料	

每月月底，环境保护经理会收到生产部发来的电子邮件，其中包含计算窑炉进料所产生二氧化碳排放量所需的信息：

- 生产线 1：消耗的生料磨机总进料量（根据八台申克 Microcont FCO421 称重给料机 W1-W8 的读数得出）。计算时采用生料磨机进料的干重，需考虑生料磨机进料重量中的含水量。
- 生产线 2：工艺流程中采用的窑炉进料量通过申克科里奥利计量秤（W9）在其入窑时称重。

各生料磨机的进料量根据上述给料机的测量差值记录下来，测量结果会自动累加到给料机的电子计数器中。控制室操作员手动将仪表累计器的读数录入工厂的每日生产报表，并将这些测量数据上报给生产部。

生产用给料机测量设备的校准和维护工作，按照工厂制定的校准说明执行。

卸灰至运输车时，已卸窑灰的单位时间排放量（质量流量）每月在灰斗后方通过汽车衡（W10）测定一次。生产线 1 的称重工作由生产部人员每月执行一次，生产线 2 则每两个月称重一次。称重结果由生产部按照《作业指导书 WI 110-2》的要求保存。

- 生产线 1：每月月底，经内部审核后，生产部会向环保负责人发送电子邮件，说明根据运输车衡测量结果得出的卸灰量，以及仪表测得的相关生料磨机干进料重量。计算得出的卸灰量占生料磨机干进料的百分比，将用于推算下个月生料磨机干进料消耗量，直至得出新的百分比。
- 生产线 2：每两个月月底，经内部审核后，生产部会发送电子邮件，说明根据运输车衡测量结果得出的卸灰量，以及仪表测得的相关窑炉干进料重量。计算得出的卸灰量占窑炉干进料的百分比，将用于推算后续每个月的窑炉干进料消耗量，直至得出新的百分比。

生产：

出厂水泥通过经校准的地磅称重，同时结合外购水泥量进行库存平衡计算，按库存平衡法计算得出的结果即为水泥产量。

运输车衡每年由外部机构校准，其校准和内部维护工作均按照工厂制定的《作业指导书》执行。

此外，为计算二氧化碳排放量，生产质量部每月月底会向环保部负责人发送电子邮件，说明：

- (a) 生产线 1 生料磨机进料和生产线 2 窑炉进料的月度成分平均值。这些成分数据来自样品分析结果，样品每两小时采集一次。通过化学计量比，将成分数据转换为排放因子。所有样品均由工厂实验室进行分析。
- (b) 各生产线进料的月平均含水量。对于每台生料磨给料机，每天采集一次样品，样品由工厂实验室进行分析。根据这些样品的含水量计算出月平均值，用于确定物料的干重。

两条生产线已卸窑灰中的碳酸盐二氧化碳总含量（依据 EN 196-2 标准）通过“烧失量（LOI）”测试测定。每日在灰斗后方的取样点采集样品，进行该测试。质量控制经理负责计算已卸窑灰中碳酸盐二氧化碳总量重量分数的月平均值。

生料中非碳酸盐的碳排放量，由工厂实验室每年测定一次。

环保负责人利用这些数据，计算窑炉进料加工过程的月度二氧化碳排放量。

3. 问题

1. 水泥生产厂（CEMA）的哪些活动属于欧盟碳排放交易体系范围？（有关活动的定义，参见基础培训中关于核算边界的演示内容）
2. 判断采石场是否属于欧盟碳排放交易体系核算边界时，需要考虑哪些因素？（有关活动的定义，参见基础培训中关于核算边界的演示内容）

- 在欧盟碳排放交易体系范围内，该设施需要考虑哪些源流？（有关源流的定义，参见基础培训课件）
- 请指出以下排放源是否属于欧盟碳排放交易体系范围？（有关排放源的定义，参见基础培训课件）

要素	是 / 否	要素	是 / 否	要素	是 / 否
应急发电机		卡车		冷凝器	
消防泵		地磅		熟料冷却机	
输送带		水泥磨机		旋风预热器	
窑炉		破碎车间		水泥筒仓	

- 根据你对水泥生产的经验和理解，进出厂区的源流中哪些可能属于主要源流？（有关主要源流、次要源流、微量源流的定义，参见基础培训课件）
- CEMA 水泥生产厂属于哪类设施？
- 请为下列情景指定适用层级

要素	层级
石油焦燃料消耗量（假设其为主要源流）	
城市废弃物衍生燃料热值（假设其为次要源流）	
天然气排放因子（假设其为次要源流）	
废旧轮胎数量（假设其为次要源流）	
天然气排放因子（假设其为主要源流）	
窑灰热值（假设其为主要源流）	

- 通过取样测定生料磨机的进料成分。在欧盟碳排放交易体系下，设施可采取哪些措施来确保取样具有代表性？（参见基础培训中关于监测方法的演示内容）
如果为了确定废溶剂或城市废弃物衍生燃料的排放因子而进行取样，会对取样方法产生怎样的影响？
- 根据你的经验，在水泥生产设施的数据流中，哪些环节的数据最有可能出现错误？
- 如果你是设施排放报告的核查方，你会针对核算边界进行哪些检查？你会重点关注设施的哪些部分？

5.3. 欧盟案例研究第一部分：铝

注：相关情景中采用虚构设施，不涉及任何真实设施。

1. 引言

1.1 本文件目的

本案例研究是为“支持中欧碳市场政策对话与合作项目”下师资培训的自学阶段而编制。其内容旨在确保学员对电解铝冶炼的相关环节、各环节在整个铝生产过程中的定位形成基本认识，并初步了解温室气体碳排放交易体系的相关监测、报告与核查要求。

需要重点说明的是，本案例研究的内容旨在为师资培训集中培训阶段中与铝行业相关的监测、报告与核查深度分析提供基础背景介绍。理解本案例研究是在后续集中培训中高效开展深入学习的必要前提。

下文第 1.2 节概述工业铝生产的相关环节，重点介绍电解铝生产及其对温室气体排放的影响。第 2 节阐述本案例研究的内容，描述所开展的活动以及与核算边界考虑因素和必要监测活动相关的各个方面。第 3 节提出了一系列需要学员回答的问题。学员应在分析本案例研究和回答问题时，复习师资培训基础培训阶段的材料。

1.2 铝生产概述

工业上生产金属铝主要有两大工艺路线：

- 原生铝生产：通过开采铝土矿，经中间环节生产出氧化铝，再通过电解冶炼获取铝。
- 再生铝生产：通过熔化废金属，回收其中的铝成分。

原生铝产量约占全球铝产量的三分之二。2023 年，原生铝产量约为 7000 万吨，而再生铝产量约为 3500 万吨。无论采用哪种生产工艺路线，铝生产都是高耗能产业，并在所有加工环节都需要高温环境。关于铝行业的全球二氧化碳当量（CO₂(e)）排放量，各种估算结果存在差异，这在很大程度上取决于是否包含进口电力产生的排放量。但是，国际铝业协会（IAI）的数据显示，2023 年该行业的排放总量约为 11.2 亿吨二氧化碳当量。另有数据¹²指出，铝行业的人为温室气体排放量占全球总量的 1%，二氧化碳排放量占全球总量的 2.5%。

¹² 《铝工业：前沿技术、环境影响及余热回收可能性综述》，丹尼尔·布拉夫（Daniel Brough）与胡萨姆·朱哈拉（Hussam Jouhara）著，发表于

《国际热流体期刊》（International Journal of Thermofluids），第 1-2 卷（2020 年），文章编号 100007。

再生铝生产的能耗远低于原生铝生产，因此转向再生铝生产（以及余热回收）是铝行业为降低整体碳足迹所采取的措施之一，但这种转变的程度受限于废铝原料的可获得性。

欧盟碳排放交易体系对铝生产的规定

正如师资培训基础培训中所述（例如，关于核算边界的演示内容），《欧盟碳排放交易体系指令》附件一明确了该指令适用的工业活动类别。就铝行业而言，附件一涵盖了原生铝和再生铝的生产，具体内容如下：

活动	温室气体
原生铝或氧化铝生产	二氧化碳及全氟碳化物
再生铝生产，其中运行的燃烧设施的额定热功率输入总量超过 20MW	二氧化碳

可以看出，原生铝或氧化铝的生产不设资格阈值限制，但再生铝生产设有热功率输入量超过 20MW 的阈值（该阈值与欧盟碳排放交易体系下适用于独立燃烧活动的阈值一致）。

原生铝生产

铝土矿是一种富含多种含铝矿物的沉积岩。开采铝土矿后，原生铝生产主要涉及两个工艺环节：

- 首先是拜耳法，即将铝土矿精炼为氧化铝（三氧化二铝， Al_2O_3 ）。
- 其次是霍尔-埃鲁特电解法，即将氧化铝还原为铝。

在拜耳法中，铝土矿经破碎和洗涤后，在加压条件下溶于热苛性溶液（氢氧化钠），从而将溶解的氧化铝与杂质分离。经过该溶出阶段后，氢氧化铝（ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ）会被沉淀出来，随后通过煅烧（脱水）形成精炼氧化铝（ Al_2O_3 ）。溶出和煅烧过程中均会燃烧化石燃料，由此产生二氧化碳排放。

尽管大多数精炼氧化铝用于冶炼原生铝（电解），这两个工艺环节通常是分开进行且分别监管的。

通过在电解槽中电解氧化铝，最终可以生产得到原生铝。电解槽以串联（电解槽列）方式安装在电解车间内。单个电解铝设施中通常设有数百个电解槽，铝的年产量可达 40 万吨，但普遍产能区间为每年 15 万吨至 20 万吨之间。氧化铝分批加入电解槽顶部，溶解于熔融冰晶石电解质中。冰晶石（氟铝酸钠， Na_3AlF_6 ）既是氧化铝溶质的溶剂，又与氟化铝（ AlF_3 ）共同帮助降低电解质的熔点。电解质温度通常维持在约 950°C。氟化铝还能提高电解质的导电性。

传统工艺中，会向电解槽中添加纯碱（碳酸钠， Na_2CO_3 ）以提纯产出的铝金属。此方法有助于去除氧化铁等杂质，同时提高工艺效率。近年来做出了改进，即用氟化

铝和其他氟化物（如氟化钠、氟化锂和氟化镁）部分替代纯碱，以加速电解质的熔化和循环，并降低成本。

电解过程中，铝在每个电解槽的阴极被还原，而氧化铝释放出的氧气会与阳极的碳发生反应，生成气态二氧化碳（CO₂）和一氧化碳（CO）。因此，在这一过程中，会持续消耗碳阳极。所有一氧化碳均会进一步氧化为二氧化碳，并以二氧化碳当量进行计量。此外，阳极效应可能会产生全氟碳化物（PFC）排放。当电解槽停止产铝时，这种现象尤为明显，随之会导致氟化物排放量意外上升。

铝电解过程中使用的阳极大致分为两类：

- 预焙阳极：随着自身被消耗，会逐渐下降至熔融电解质中。阳极会因氧化/消耗而耗尽，因此大约每隔 20 天就需更换一次。
- 连续自焙阳极：在电解槽内现场制备，利用熔融电解质产生的热量进行焙烧。

连续自焙阳极焙烧过程中产生的排放量是电解槽工艺排放量的固有组成部分，但是否计入预焙阳极生产相关的二氧化碳排放量，则取决于具体碳排放交易体系的要求。欧盟碳排放交易体系在法规中对此有明确规定。《欧盟碳排放交易体系监测与报告条例》附件四第 7 部分中，明确界定了原生铝生产或加工过程中二氧化碳排放量的核算范围：

经营者应将本节规定应用于原生铝冶炼用电极生产（包括此类电极的独立生产厂）及电解过程中电极消耗所产生的二氧化碳排放量的监测与报告。

经营者应至少考虑以下潜在二氧化碳排放源：用于产生热能或蒸汽的燃料、电极生产、电解过程中与电极消耗相关的氧化铝（Al₂O₃）还原反应，以及用于废气洗涤的纯碱或其他碳酸盐。

因阳极效应产生的相关全氟碳化物排放量（包括逸散排放量），应按照本附件第 8 节的规定进行监测。

若将阳极预焙环节纳入碳排放交易体系的核算范围，则需额外考虑阳极生产所用的原材料以及焙烧炉的燃料。例如（碳）阳极生产中使用的材料包括焦炭（焦炭煅烧环节可能也需纳入考虑范围）、沥青和回收的阳极残极¹³。

每隔一段时间，积聚在每个电解槽底部的熔融铝会被吸入坍塌，从电解车间转运至铸造车间。在铸造车间，铝液被送入保温炉，在炉内保持熔融状态，直至铸成铝锭、铝坯、铝板、铝片等产品。

熔融铝取出后，可向电解槽内重新添加氧化铝，工艺流程再次启动。

¹³阳极残极指电解工艺中使用后残留的废旧阳极。

在核算铝生产过程中的温室气体排放量时，另一项可能相关的二氧化碳排放源是使用碳酸钠（Na₂CO₃）进行烟气洗涤。

原生铝生产相关温室气体排放源汇总

通常情况下，生产 2 吨精炼氧化铝需要 4~5 吨铝土矿，而 2 吨精炼氧化铝可生产 1 吨金属铝。

下表基于国际铝业协会 2023 年的数据，列出了原生铝生产各环节对二氧化碳当量排放量的相对贡献值。

表 1 原生铝生产各环节对二氧化碳当量排放量的相对贡献值

年限	活动	排放类别							%
		电力	全氟碳化物（PFC）	工艺过程二氧化碳排放量	辅助材料	热能	运输	总计（全生命周期）	
2023		生产 1 吨原生铝所产生的二氧化碳当量排放量（吨）							
	采矿	0.020	-	-	-	0.050	-	0.070	0.47
	氧化铝精炼	0.20	-	-	0.40	1.5	0.30	2.4	16.2
	阳极生产	0.050	-	0.10	0.80	0.10	-	1	6.76
	电解	8.6	0.80	1.5	0.10	-	0.20	11.2	75.7
	浇铸	0.080	-	-	-	0.10	-	0.10	0.68
	总计	8.9	0.80	1.6	1.2	1.7	0.50	14.8	

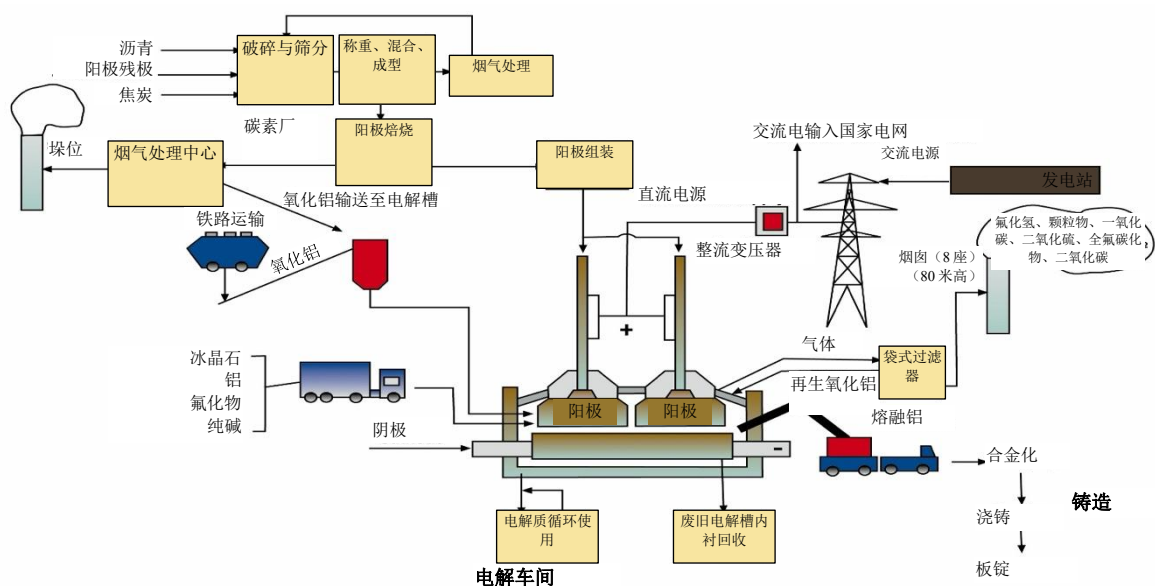
可以看出，电力（尤其是用于电解的电力）对总体二氧化碳排放量的贡献最大。由于对电力的需求极大，铝冶炼厂通常建在发电设施附近，有时甚至位于同一厂区。然而，原生铝冶炼所消耗的电力通常被视为外购电力，因此将相关排放量认定为间接排放量。间接排放量是否纳入报告范围，取决于具体的碳排放交易体系。就欧盟碳排放交易体系而言，外购电力的设施无需报告间接排放量¹⁴。

相比之下，阳极生产、因阳极效应产生的全氟碳化物排放量，以及铸造环节相关的二氧化碳当量排放量相对较低（相较于电力产生的排放量）。

2. 案例研究：电解铝

BIG AL 有限公司运营着一座符合欧盟碳排放交易体系要求的电解铝设施。其主要运营环节的示意图如下。

¹⁴欧盟碳排放交易体系将排放责任归属至产生源头。



工艺流程与活动说明：

该设施设有8个电解车间，合计年产能20万吨铝。氧化铝通过铁路运至该设施，其他原材料（包括现场阳极生产所需的焦炭和沥青）则通过公路运输供应。所有供应品在送达时均通过经校准的铁路和公路地磅称重，且所有交付货物都会进行代表性取样。取样和分析工作由第三方实验室完成。

电力来自邻近的一座热功率输入量为250MW的发电站。该铝冶炼厂是这座发电站的主要客户，发电站也会将其多余电力输入国家电网。发电站的主要燃料为烟煤，重质燃料油则用于点火和运行控制。

熔融铝从电解车间转运至专门区域，进行合金化处理和浇铸。成品通过公路运输出厂。合金化和浇铸环节的加热需求由电力和轻柴油满足。

阳极焙烧炉同样以轻柴油为燃料。阳极生产中使用的沥青黏合剂会释放挥发性有机化合物，覆盖阳极所用的部分填充焦炭也会产生类似物质，这些物质燃烧后会产生额外二氧化碳。

电解车间和电化学槽运行产生的废气通过8个主烟囱排放。发电站设有独立的专用烟囱，阳极焙烧车间和铸造车间也各有其专用烟囱。

该设施还使用少量轻柴油和液化石油气，为应急发电机和消防泵提供动力。

工厂办公室负责管理、质量控制以及控制室的运营工作。

3. 问题

1. 基于上述情景，BIG AL 有限公司需为欧盟碳排放交易体系规定的哪些活动承担相应责任？
2. 主营业务属于原生铝还是再生铝生产？

3. 根据欧盟碳排放交易体系的要求，该铝设施的经营者是否需要报告电力消耗相关的排放量？
4. 若发电站被认定为铝生产的直接关联活动，应如何处理¹⁵？
5. 根据欧盟碳排放交易体系要求，是否需报告与阳极消耗有关的排放量？
6. 根据欧盟碳排放交易体系要求，是否需要报告与现场阳极生产有关的排放量？
7. 根据前文所述铝生产各环节对二氧化碳当量排放量的相对贡献值（表 1），可能涉及哪类欧盟碳排放交易体系设施¹⁶？请回答以下问题：
 - (a) 首先，基于“发电站相关排放量需计入 BIG AL 有限公司报告范围”的假设作答。
 - (b) 其次，基于“发电站排放量属间接排放量且无需 BIG AL 有限公司报告”的假设作答。
8. 除减少发电量外，发电站还可采取哪些措施来降低其应报告的温室气体排放量？
9. 第 2 节所述情景指出，某些投入物料的取样和分析工作由第三方实验室完成。根据欧盟碳排放交易体系要求，应将哪些质量保障措施落实到位，以确保所提供实验室服务的可信度¹⁷？
10. 根据上述情景，该设施涉及哪些相关“源流”？

注：学员应回顾师资培训基础培训内容，其中欧盟碳排放交易体系将“源流”定义为：

- (a) 因其消耗或生产而在一个或多个排放源处产生相关温室气体排放量的特定类型燃料、原材料或产品；
- (b) 含碳且在采用质量平衡法计算温室气体排放量时纳入考虑范围的特定类型燃料、原材料或产品。

¹⁵ 建议学员复习师资培训计划基础培训中关于欧盟碳排放交易体系装置定义及直接关联活动相关性的核算边界内容。

¹⁶ 建议学员复习师资培训计划基础培训中关于分级方法应用的演示内容，以获取欧盟碳排放交易体系装置分类的详细信息。

¹⁷ 建议学员复习师资培训计划基础培训内容以及关于质量保证和质量控制的专题内容。

6. 师资培训自学阶段欧盟案例研究第一部分——含标准答案

本节承接第 0 节内容，包含案例研究第一部分相关问题的标准答案。

6.1. 欧盟案例研究第一部分：钢铁（含标准答案）

问题与标准答案

1. 案例研究中的钢铁有限公司的哪些业务活动属于欧盟碳排放交易体系范围？（有关活动的定义，参见基础培训课件）

标准答案：

以下业务活动的主要环节属于欧盟碳排放交易体系范围：

案例研究中的钢铁有限公司业务 纳入欧盟碳排放交易体系的依据（对应《欧盟碳排放交易体系指令》附件一所列活动）	
烧结	第 2003/87/EC 号指令附件一：“金属矿石（包括硫化矿石）的焙烧或烧结，包括制粒”
焦化车间	第 2003/87/EC 号指令附件一：“焦炭生产”
高炉	第 2003/87/EC 号指令附件一：“铁或钢的生产（初级熔炼或二级熔炼），包括连续铸造，产能超过每小时 2.5 吨”
碱性氧气转炉	第 2003/87/EC 号指令附件一：“铁或钢的生产（初级熔炼或二级熔炼），包括连续铸造，产能超过每小时 2.5 吨”
装机容量为 30MW**的发电厂	在本案例中，该发电厂可能同时满足第 2003/87/EC 号指令中的两项规定。只要满足其中任意一项规定，该发电厂便足以被纳入欧盟碳排放交易体系范围。 第 2003/87/EC 号指令附件一： “额定热功率输入总量超过 20MW 的设施中的燃料燃烧”以及 “黑色金属（包括铁合金）的生产或加工，其中运行燃烧设施的额定热功率输入总量超过 20MW。加工涵盖轧钢机、再加热炉、退火炉、锻造车间、铸造车间、镀层和酸洗等环节。”
铸轧设施	第 2003/87/EC 号指令附件一：“黑色金属（包括铁合金）的生产或加工，其中运行燃烧设施的额定热功率输入总量超过 20MW。加工涵盖轧钢机、再加热炉、退火炉、锻造车间、铸造车间、镀层和酸洗等环节。”
辅助发电机组（容量为 3MW）	无论热容量大小，所有燃烧活动均需纳入欧盟碳排放交易体系范围，依据： 第 2003/87/EC 号指令附件一第 5 条：“若发现某设施中有本附件规定的任一活动超出容量阈值，则该设施内所有燃料燃烧设备（危险废物或城市废物焚烧设备除外）均应纳入温室气体排放许可范围。”

2. 案例研究中的钢铁有限公司隶属于案例研究中的 Magna 集团，该集团在同一国家还拥有另外两家钢铁生产厂（电弧炉生产）和多家水泥生产厂。在中国碳排放交易体

系下，哪些实体需要报告温室气体排放量？在欧盟碳排放交易体系下，哪些实体需要报告温室气体排放量？原因分别是什么？

经营者和设施的定义，见第 2003/87/EC 号指令第 3 条：

- “(e) “设施” 系指涉及附件一所列的一项或多项活动、与现场活动有技术关联且可能影响排放量和污染的任何其他直接相关活动的固定技术单元；
- (f) “经营者” 系指运营或控制设施的人员人员，或者在国家法律有规定的情况下，对设施的技术运作拥有经济决定权的人员；
- (g) “人员人员” 系指任何自然人或法人； ”

标准答案：

在欧盟碳排放交易体系下，案例研究中的钢铁有限公司作为持有第 2003/87/EC 号指令规定许可证的设施经营者，须履行报告义务。第 2003/87/EC 号指令第 14 条及附件四对此作出规定。此外，该集团的另外两家钢铁生产厂和各水泥生产厂的经营者，作为持有第 2003/87/EC 号指令规定许可证的设施经营者，也须单独（即分别）提交报告。

在中国碳排放交易体系下，案例研究中的 Magna 集团需要提交一份温室气体排放量报告，该报告需涵盖案例研究中的钢铁有限公司以及另外两家钢铁生产厂和各水泥生产厂。

3. 在欧盟碳排放交易体系范围内，安全健康环境经理需要考虑哪些源流？（有关源流的定义，参见基础培训课件）

标准答案：

根据《监测与报告条例》（MRR）第 3 条第 4 款，源流定义如下：

“源流” 系指

- a. 因其消耗或生产而在一个或多个排放源处产生相关温室气体排放量的特定类型燃料、原材料或产品；
- b. 若采用符合《监测与报告条例》第 25 条所述的质量平衡法，则源流系指以下任一项：
 - (i) 含碳的特定类型燃料、原材料或产品；
 - (ii) 根据《监测与报告条例》第 49 条转移的二氧化碳。

对于焦化、烧结和钢铁生产活动（根据第 2003/87/EC 号指令附件一），经营者可采用质量平衡法或标准计算法³。对于黑色金属的生产或加工（包括铸轧设施），如果该设施使用的燃料或投入物料中的碳保留在产品或其他生产产出物中（如案例研究中的钢铁有限公司的情况），经营者需采用质量平衡法。⁴

“发电厂及辅助发电机组的燃烧排放视为独立燃烧活动（其定义见第 2003/83/EC 号指令附件一），可采用标准方法来监测排放量（燃料被纳入质量平衡法计算中的情况除外）。⁵

发电厂及辅助发电机组的燃烧排放量需单独考虑（因其不构成第 2003/83/EC 号指令附件一所规定特定活动的一部分），并采用标准方法。

质量平衡法和标准方法（如适用）下的相关源流，见表 3 至表 7。

表 3 案例研究中的钢铁有限公司与《欧盟碳排放交易体系指令》附件一所列“金属矿石（包括硫化矿石）的焙烧或烧结，包括制粒”活动相关的源流

源流	投入物—I / 产出物—O	标准方法	质量平衡法（整个设施）
焦粉	I	x	x
粉矿	I		x
石灰石（熔剂）	I	x	x
橄榄石	I	x	x
粗粉尘	I	x	x
高炉污泥	I	x	x
烧结矿	O		x

表 4 案例研究中的钢铁有限公司与《欧盟碳排放交易体系指令》附件一所列“焦炭生产”活动相关的源流

源流	投入物—I / 产出物—O	标准方法	质量平衡法
煤	I	x	x
焦炉煤气	I	x	x
焦炭	O		x
焦炉煤气	O		x

表 5 案例研究中的钢铁有限公司与《欧盟碳排放交易体系指令》附件一所列“铁或钢的生产（初级熔炼或二级熔炼），包括连续铸造，产能超过每小时 2.5 吨”活动相关的源流

源流	投入物—I / 产出物—O	标准方法	质量平衡法
高炉			
铁矿石	I		x
烧结矿	I		x
焦炭	I	x	x
石灰石	I	x	x
熔剂（氧化钙或白云石）	I		x
高炉煤气	O		x
铁水	O		x
炼钢转炉			
铁水	I		x
废铁*	I		x
转炉煤气	O		x

钢材	O	x	x
----	---	---	---

*用于控制高炉内的温度

表6 案例研究中的钢铁有限公司与《欧盟碳排放交易体系指令》附件一所列“黑色金属（包括铁合金）的生产或加工，其中运行燃烧设施的额定热功率输入总量超过 20MW。加工涵盖轧钢机、再加热炉、退火炉、锻造车间、铸造车间、镀层和酸洗等环节”活动相关的源流

源流	投入物—I / 产出物—O	标准方法	质量平衡法
钢材	I	不适用	x
焦炉煤气	I	不适用	x
富氧高炉煤气	I	不适用	x
转炉煤气	I	不适用	x
柴油（辅助发电机组）	I	不适用	x
轧制钢材	O	不适用	x

表7 案例研究中的钢铁有限公司与燃料燃烧相关的源流

源流	标准方法
焦炉煤气	x
富氧高炉煤气	x
转炉煤气	x

4. 在欧盟碳排放交易体系范围内，安全健康环境经理无需考虑哪些源流？请解释原因。

标准答案：

根据第 2003/87/EC 号指令附件一的规定，安全健康环境经理无需考虑设施内运输活动的柴油消耗和电力消耗，因为这些活动不属于欧盟碳排放交易体系的覆盖范围。

5. 安全健康环境经理发现，采用质量平衡法非常耗时。帮助他了解是否存无需进行质量平衡核算的活动。这些活动有哪些？需要针对这些活动采用什么方法？

标准答案：

如问题3所述，对于焦炭生产、烧结矿生产、钢铁生产以及额定热功率输入总量超过 20MW 的设施中的燃料燃烧，可选择采用标准算法或质量平衡法。对于黑色金属的生产或加工，如果该设施使用的燃料或投入物料中的碳保留在产品或其他生产产出物中（如案例研究中的钢铁有限公司的情况），则需采用质量平衡法。这正是案例研究中的钢铁有限公司所适用的情况。

6. 据安全健康环境经理报告，过去三年内，该设施的年度二氧化碳排放量约为 6.5 亿吨。案例研究中的钢铁有限公司工厂属于哪一类设施？（有关设施类别的定义，参见基础培训课件）

标准答案：

根据第 2018/2066 号条例第 19 条的规定，若某设施“在当前交易期的前一交易期内，经核证的年均排放量（不含零排放因子碳源产生的二氧化碳，且未扣除二氧化碳转移量）超过 500,000 吨二氧化碳当量”，则该设施属于 C 类设施。

7. 根据你的经验，进出厂区的哪些碳流可能属于主要源流？（有关主要源流、次要源流、微量源流的定义以及质量平衡法的定义，参见基础培训课件；有关质量平衡法总量的定义，参见《监测与报告条例》（欧盟第 2018/2066 号条例）第 25.2 条）

回顾

- 微量源流：燃料 / 物料流的年度排放量合计低于 1000 吨化石二氧化碳当量或低于设施年度排放总量的 2%（最高不超过 20,000 吨化石二氧化碳当量），以绝对值较大者为准。
- 次要源流：燃料 / 物料流的年度排放量合计低于 5000 吨化石二氧化碳当量或低于设施年度排放总量的 10%（最高不超过 100,000 吨化石二氧化碳当量），以绝对值较大者为准。
- 主要源流：不属于微量源流或次要源流类别的燃料 / 物料流。

标准答案：

尽管缺乏各物料流的具体规模信息，但无论是采用标准方法还是质量平衡方法，几乎所有源流都可能是主要源流。下文表 8 至表 12 列示了标准方法以及质量平衡方法（如问题 2 标准答案所述）下需考虑的源流，并指出这些源流的可能类别。

表 8 案例研究中的钢铁有限公司与《欧盟碳排放交易体系指令》附件一所列“金属矿石（包括硫化矿石）的焙烧或烧结，包括制粒”活动相关的源流

源流	投入物—I / 产出物—O	标准方法	质量平衡法（整个设施）
焦粉	I	x（可能为主要源流）	x（可能为主要源流）
粉矿	I		x（可能为主要源流）
石灰石	I	x（可能为主要源流）	x（可能为主要源流）
橄榄石	I	x（可能为主要源流）	x（可能为主要源流）
粗粉尘	I	x（可能为主要源流）	x（可能为主要源流）
高炉污泥	I	x（可能为主要源流）	x（可能为主要源流）
烧结矿	O		x（可能为主要源流）

表 9 案例研究中的钢铁有限公司与《欧盟碳排放交易体系指令》附件一所列“焦炭生产”活动相关的源流

源流	投入物—I / 产出物—O	标准方法	质量平衡法
煤	I	x（可能为主要源流）	x（可能为主要源流）
焦炉煤气	I	x（可能为主要源流）	x（可能为主要源流）
焦炭	O		x（可能为主要源流）
焦炉煤气	O		x（可能为主要源流）

表 10 案例研究中的钢铁有限公司与《欧盟碳排放交易体系指令》附件一所列“铁或钢的生产（初级熔炼或二级熔炼），包括连续铸造，产能超过每小时 2.5 吨”活动相关的源流

源流	投入物—I / 产出物—O	标准方法	质量平衡法
高炉			
铁矿石	I		x（可能为主要源流）
烧结矿	I		x（可能为主要源流）
焦炭	I	x（可能为主要源流）	x（可能为主要源流）
石灰石	I	x（可能为主要源流）	x（可能为主要源流）
熔剂（氧化钙或白云石）消耗量	I	x（可能为次要源流）	x（可能为次要源流）
铁水	O		x（可能为主要源流）
高炉煤气	O		x（可能为主要源流）
炼钢转炉			
铁水	I		x（可能为主要源流）
废铁	I		x（可能为主要源流）
转炉煤气	O		x（可能为主要源流）
钢材	O	x（可能为主要源流）	x（可能为主要源流）

表 11 案例研究中的钢铁有限公司与《欧盟碳排放交易体系指令》附件一所列“黑色金属（包括铁合金）的生产或加工，其中运行燃烧设施的额定热功率输入总量超过 20MW。加工涵盖轧钢机、再加热炉、退火炉、锻造车间、铸造车间、镀层和酸洗等环节”活动相关的源流

源流	投入物—I / 产出物—O	标准方法	质量平衡法
钢材	I	不适用	x（可能为主要源流）
焦炉煤气	I	不适用	x（可能为主要源流）
富氧高炉煤气	I	不适用	x（可能为主要源流）
转炉煤气	I	不适用	x（可能为主要源流）
轧制钢材	O	不适用	x（可能为主要源流）

表 12 案例研究中的钢铁有限公司与燃料燃烧相关的源流

源流	标准方法
焦炉煤气	x（可能为主要源流）
富氧高炉煤气	x（可能为主要源流）
转炉煤气	x（可能为主要源流）
柴油（辅助发电机组）	x（可能为次要源流）

8. 对于主要源流、次要源流和微量源流，安全健康环境专员需要对活动数据和计算因子分别采用何种界别？

标准答案：

第 2018/2066/EC 号条例第 26 条规定了确定主要源流、次要源流及微量源流所需最低层级的体系。对于案例研究中的钢铁有限公司，适用 C 类设施要求，这些要求的汇总情况见表 13。

表 13 C 类设施最低层级要求汇总

源流类别	C 类设施活动数据和计算因子需采用的最低级别
主要源流	对于 C 类设施，核心原则是经营者应对每个参数采用规定的最高层级。若经营者向主管部门证明，采用前述要求的最高层级会导致不合理成本或在技术上不可行 ⁶ ，则经营者可申请对 C 类设施的主要源流采用低一级的层级。
次要源流	对于次要源流，通常允许采用较低层级。经营者应选用在技术上可行且不会导致不合理成本的最高层级，最低层级为 1 级。
微量源流	对于微量源流，经营者应在“无需额外投入”（即不产生显著成本）的情况下，采用不低于 1 级的层级。然而，在某些情况下，即使层级采用 1 级，也会产生显著甚至不合理的成本。对于此类情况，《监测与报告条例》第 26 条第 3 款允许经营者采用保守估算法（即“无层级方法”）。

9. 内部实验室未按照 ISO 17025 标准获得认证。请帮助安全健康环境专员了解这是否构成问题及其原因。

标准答案：

根据第 2018/2066/EC 号条例第 34 条的规定，“经营者应确保，用于进行计算因子测定分析的实验室需按照 EN ISO/IEC 17025 标准的要求，就相关分析方法获得认证。”若使用经认证的实验室在技术上不可行或会导致不合理成本，经营者须证明其满足第 34 条第 3 款所列的一系列标准。满足该款规定，即视为等同于满足 EN ISO/IEC 17025 标准的要求。

因此，安全健康环境专员需确保：

- 内部实验室通过按照 EN ISO/IEC 17025 标准的要求，就相关方法获得认证；或
 - 证明此类认证在技术上不可行或会导致不合理成本，并进一步证明满足第 2018/2066/EC 号条例第 34 条第 3 款所列的替代标准。
10. 安全健康环境专员想知道，对煤炭、高炉煤气、转炉煤气和焦炉煤气频次开展的的分析是否达到足够的频次。请根据《监测与报告条例》（欧盟第 2018/2066 号条例），帮助其查明最低分析频次。

标准答案：

根据第 2018/2066/EC 号条例第 35 条的规定，分析频次应符合该条例附件七的要求。对于“其他气体，特别是合成气及钢铁厂混合气、焦炉煤气、高炉煤气、转炉煤气、

油田与气田气等工艺气体”，最低分析频次为“至少每日一次，需在每日不同时段采用适当程序进行分析”。

6.2. 欧盟案例研究第一部分：水泥（含标准答案）

本部分包含第 5.2 节中水泥案例问题的标准答案。

问题与标准答案

1. 水泥生产厂（CEMA）的哪些活动属于欧盟碳排放交易体系范围？（有关活动的定义，参见基础培训中关于核算边界的演示内容）

水泥生产厂通过回转窑生产水泥熟料。在欧盟碳排放交易体系中，使用回转窑生产水泥熟料且日产能超过 500 吨的设施，以及使用其他窑炉生产水泥熟料且日产能超过 50 吨的设施，均被纳入欧盟碳排放交易体系的覆盖范围。此类设施还涉及燃烧活动（如应急发电机运行）。无论燃烧装置规模大小，设施内所有燃烧活动均包含在核算边界内。

附件一第 4 条的规定如下：

若某设施除燃烧活动外还涉及《欧盟碳排放交易体系指令》附件一所列的其他活动，则该设施内所有燃烧装置均被纳入欧盟碳排放交易体系的覆盖范围。

2. 判断采石场是否属于欧盟碳排放交易体系核算边界时，需要考虑哪些因素？（有关活动的定义，参见基础培训中关于核算边界的演示内容）

在界定设施内的核算边界时，需重点考虑以下因素：

- 采石场内开展的活动是否与水泥熟料生产或燃烧活动直接相关（参见设施定义）。判断活动是否直接相关时，需考虑以下问题：
 - 这些活动是否与设施有关联，并服务于碳排放交易体系下活动的核心目的或功能？
 - 采石场与设施生产活动之间存在何种技术关联？
 - 谁对采石场内开展的活动拥有控制权？
- 采石场内开展的活动是否对温室气体排放和污染产生影响。
- CEMA 是否为运营和控制采石场的法人实体。

《欧盟碳排放交易体系指令》第 3 条给出了以下定义：

- (e) “设施”系指涉及附件一所列的一项或多项活动、与现场开展的活动有技术关联且可能影响排放量和污染的任何其他直接相关活动的固定技术单元。

- (f) “经营者”系指运营或控制设施的人员，或者在国家法律有规定的情况下，对设施的技术运作拥有经济决定权的人员；
- (g) “人员”系指任何自然人或法人。

3. 在欧盟碳排放交易体系范围内，该设施需要考虑哪些源流？（有关源流的定义，参见基础培训课件）

根据《监测与报告条例》（MRR）第 3 条第 4 款，源流的定义如下：

“源流”系指

- (a) 因其消耗或生产而在一个或多个排放源处产生相关温室气体排放量的特定类型燃料、原材料或产品；
- (b) 若采用符合《监测与报告条例》第 25 条规定的质量平衡法，则源流系指以下任一项：
- (i) 含碳的特定类型燃料、原材料或产品；
 - (ii) 根据《监测与报告条例》第 49 条转移的二氧化碳¹⁸。

本案例研究中，欧盟碳排放交易体系涵盖的源流包括：

源流	说明
煤	窑炉中使用的固体燃料
石油焦	窑炉中使用的固体燃料
废旧轮胎	窑炉中使用的固体废物燃料
污泥颗粒	窑炉中使用的固体生物质燃料
城市废弃物衍生燃料	窑炉中使用的固体废物燃料
煤油	窑炉中使用的液体燃料
废溶剂	窑炉中使用的液体燃料
天然气	窑炉中使用的气体燃料
液化石油气	小型设备用气体燃料
轻柴油	应急发电机和消防泵用气体燃料

¹⁸二氧化碳转移是指将纯二氧化碳从欧盟碳排放交易体系设施输送至碳捕集封存设施。转移二氧化碳的监测与报告要求，详见《监测与报告条例》第 49 条。

窑炉进料	物料
窑灰	物料
熟料	物料
石膏	物料

此表中列出的所有燃料和物料均会产生温室气体排放，因此包含在核算边界范围内。

4. 请指出以下排放源是否属于欧盟碳排放交易体系范围？（有关排放源的定义，参见基础培训课件）

根据《监测与报告条例》第 3 条第 5 款，排放源的定义如下：

“排放源”系指排放相关温室气体的设施的可单独识别部分，或该设施内的任一工艺流程。

要素	是否纳入欧盟碳排放交易体系	说明
应急发电机	是	排放源（排放温室气体的设施）
消防泵	是	排放源（排放温室气体的设施）
输送带	是	设施内的固定运输系统，不视为排放源
窑炉	是	排放源（排放温室气体的设施）
卡车	否	卡车属于移动排放源，不在欧盟碳排放交易体系的核算边界范围内。
地磅	是	该要素并非排放源，而是用于测定煤炭和石油焦可交付量的测量仪器。地磅属于核算边界范畴，且在监测过程中发挥作用。
水泥磨机	是	排放源（排放温室气体的设施）
粉碎设备	是	粉碎设备活动与水泥生产厂的水泥生产活动直接相关。若水泥生产设施的经营者同时运营管理破碎设备，则该破碎设备应纳入欧盟碳排放交易体系范围。
冷凝器	是	排放源（排放温室气体的设施）
熟料冷却机	是	排放源（排放温室气体的设施）
旋风预热器	是	排放源（排放温室气体的设施）
水泥筒仓	是	储存水泥及参与生产工艺流程的场所。但是，水泥筒仓并非温室气体排放源。

5. 根据你对水泥生产的经验和理解，进出厂区的源流中哪些可能属于主要源流？（有关主要源流、次要源流、微量源流的定义，参见基础培训课件）

本案例研究未明确说明源流规模，但根据设施常规运行情况，主要源流可能包括煤炭、石油焦、窑灰、窑炉进料、替代燃料及熟料。有关主要源流、次要源流及微量源流的界定方法，见《监测与报告条例》第 19 条第 3 款。

“主要源流”系指不属于次要源流或微量源流类别的源流。

“次要源流”系指经营者选定的源流，其年度排放量合计低于 5000 吨化石二氧化碳当量或低于设施年度排放总量的 10%（最高不超过 100,000 吨化石二氧化碳当量），以绝对值较大者为准。

“微量源流”系指经营者选定的源流，其年度排放量合计低于 1000 吨化石二氧化碳当量或低于设施年度排放总量的 2%（最高不超过 20,000 吨化石二氧化碳当量），以绝对值较大者为准。

6. CEMA 水泥生产厂属于哪类设施？

水泥生产厂（CEMA）的排放量为 785,000 吨二氧化碳当量。《监测与报告条例》第 19 条第 2 款 c 项规定，在当前交易期的前一交易期内，经核证的年均排放量超过 500,000 吨二氧化碳当量的设施属于 C 类设施。确定设施类别时，需扣除零排放因子碳源¹⁹产生的二氧化碳；若涉及二氧化碳转移，计算经核证的年均排放量时，应采用未扣除二氧化碳转移量的数据。

7. 请为下列情景指定适用层级

要素	层级
石油焦燃料消耗量（假设其为主要源流）	对于 C 类设施的主要源流，必须采用最高层级。最高层级为 4 级。测量石油焦燃料消耗量时，允许的最大不确定度为 1.5%。
城市废弃物衍生燃料热值（假设其为次要源流）	对于次要源流，可采用较低层级（最低层级为 1 级），但仅限于最高层级在技术上不可行或会导致不合理成本的情况。
天然气排放因子（假设其为次要源流）	对于次要源流，可采用较低层级（最低层级为 1 级），但仅限于最高层级在技术上不可行或会导致不合理成本的情况。 若涉及商用标准燃料——轻柴油——的排放因子，设施必须至少采用《监测与报告条

¹⁹对于符合欧盟第 2018/2001 号指令（即《可再生能源指令》）所规定的可持续性和温室气体标准的生物质，可采用零排放因子进行计算。这意味着该生物质是零排放因子碳源。

	例》附件五所列的层级要求。这种情况下，适用层级应为 2a/2b 级。 若天然气为主要源流，则必须对 C 类设施的主要源流采用最高层级。确定排放因子时，最高层级为 3 级。天然气排放因子需通过采样分析确定。
废旧轮胎数量（假设其为次要源流）	对于次要源流，可采用较低层级（最低层级为 1 级），但仅限于最高层级在技术上不可行或会导致不合理成本的情况。
窑灰热值（假设其为主要源流）	对于 C 类设施的主要源流，必须采用最高层级。测定窑灰热值时，采用的最高层级为 3 级。窑灰热值需通过采样分析确定。

8. 通过取样测定生料磨机的进料成分。在欧盟碳排放交易体系下，设施可采取哪些措施来确保取样具有代表性？（参见基础培训中关于监测方法的演示内容）

取样须具有代表性，能反映相关批次或交付期间的真实情况，且需确保无偏差。《监测与报告条例》要求设施采取多项措施，确保相关批次燃料或物料具有代表性。

- 设施经营者必须确保采用基于欧洲标准（EN）的方法进行分析、取样、校准和验证；若无适用欧洲标准，则应采用国际标准化组织（ISO）标准、国家标准、适用的草案标准、行业最佳实践指南或其他经科学验证的方法。遵守这些标准，可减少取样与测量偏差。
- 样品须由具备技术资质且经认证的实验室进行分析。仅在特定条件下，可由未经认证的实验室进行样品分析。
- 虽然取样计划不能完全保证取样具有代表性，但有助于制定一致的取样方法并制备适当的样品。取样计划须经主管部门批准。

如果为了确定废溶剂或城市废弃物衍生燃料的排放因子而进行取样，这会对取样方法产生怎样的影响？

燃料或物料的非均质性（异质性）越高，代表性取样与分析的难度越大。废溶剂或城市废弃物衍生燃料属于异质性燃料与物料。必须针对具体批次和交付情况采集样品。同时，在样品的空间和时间代表性方面，须充分考虑废溶剂与城市废弃物的异质性。这会影响所需取样频次与取样方法。

9. 根据你的经验，在水泥生产设施的数据流中，哪些环节的数据最有可能出现错误？

评估数据流风险（固有风险）时，需考虑数据流中错误的严重程度、发生概率及其对报告数据的影响，例如，引起排放的主要因素是什么，哪些数据点在报告排放总量中占有显著比重。原则上，主要源流风险最高，因为其对排放量产生的影响最大，并且监测方法通常更为复杂。

10. 如果你是设施排放报告的核查方，你会对核算边界进行哪些检查？你会重点关注设施的哪些部分？

核查方会检查源流与排放源的完整性。核查方会确认哪些内容属于欧盟碳排放交易体系范畴，哪些不属于，并核查经批准监测计划中所列信息是否真实反映设施实际情况。核查方会到设施现场核查核算边界。核查开始时，核查方会评估数据流中的风险以及质量控制措施（控制活动）失效的风险。结合风险分析结果，核查方会检查数据流及控制活动的实施情况。核查方会特别关注报告数据中存在较高错误风险的领域，包括主要源流、控制活动薄弱环节、混合燃料监测、采样与分析活动，以及窑炉内活动与熟料生产等复杂数据流情况。更多信息将在集中培训阶段分享。

6.3. 欧盟案例研究第一部分：铝（含标准答案）

本部分针对铝案例研究第一部分所涉问题（见第 5.3 节）提供了标准答案。

问题与标准答案

1. 基于上述情景，BIG AL 有限公司需为欧盟碳排放交易体系规定的哪些活动承担相应责任？

该设施显然涉及原生铝的生产。案例研究描述中并未提及该设施涉及氧化铝生产（氧化铝通过铁路从外部运送至该设施），也未提及其涉及再生铝的生产。邻近发电站的责任归属取决于其所涉及的活动是否与铝生产直接相关，以及 BIG AL 有限公司是否同时是运营控制该发电站的法人实体。例如，发电站可能位于铝生产厂区内，但在法律上归独立经营者 / 电力供应商所有并由其运营。

《欧盟碳排放交易体系指令》第 3 条给出了以下定义：

- (e) “设施”系指涉及附件一所列的一项或多项活动、与现场活动有技术关联且可能影响排放量和污染的任何其他直接相关活动的固定技术单元；
- (f) “经营者”系指运营或控制设施的人员，或者在国家法律有规定的情况下，对设施的技术运作拥有经济决定权的人员；
- (g) “人员”系指任何自然人或法人。

2. 主营业务属于原生铝还是再生铝生产？

主营业务属于原生铝生产，即通过电解分解从铝土矿（一种初级原料）中提取的氧化铝来获得铝。

3. 根据欧盟碳排放交易体系的要求，该铝设施的经营者是否需要报告电力消耗相关的排放量？

根据欧盟碳排放交易体系，相关装置产生的排放量应计入该设施。因此，铝设施的经营者仅需报告该设施自身电力相关排放量。由铝设施边界外发电站输入的电力相关排放量，不由铝设施经营者报告（而由发电站经营者报告）。

“燃烧过程排放量的特定监测规则”（《欧盟碳排放交易体系监测与报告条例》附件四第1节）中，有明确规定：

经营者应将设施内燃料燃烧产生的全部排放量计入该设施，无论是否向其他设施输出热能或电力。经营者不得将从其他设施输入的热能或电力生产相关的排放量计入输入设施。

4. 若发电站被认定为铝生产的直接关联活动，应如何处理²⁰？

若发电站被认定为铝生产的直接关联活动，铝生产商需将该发电站的排放量纳入其报告范围。（参见上文问题 1 的答案中关于设施/经营者的定义，以及师资培训计划基础培训中关于核算边界的演示内容，其中涉及判定某项活动是否构成直接关联活动时需考虑的因素）。

5. 根据欧盟碳排放交易体系要求，是否需报告与阳极消耗有关的排放量？

是的，阳极消耗产生的排放量是电解铝生产过程中温室气体排放量的关键来源，必须予以报告。氧气与阳极中的碳发生反应，释放出二氧化碳和一氧化碳（后者会进一步氧化为二氧化碳），导致阳极逐渐损耗（消耗）。

6. 根据欧盟碳排放交易体系要求，是否需要报告与现场阳极生产有关的排放量？

是的，如铝生产概述（上文第 1.2 节）所述，《欧盟碳排放交易体系监测与报告条例》附件四第 7 部分明确规定，原生铝生产过程中二氧化碳排放量的监测范围包括电极生产及电解过程中的电极消耗。

7. 根据前文所述铝生产各环节对二氧化碳当量排放量的相对贡献值（表 1），可能涉及哪类欧盟碳排放交易体系设施²¹？请回答以下问题：

(a) 首先，基于“发电站相关排放量需计入 BIG AL 有限公司报告范围”的假设作答。

答案：C 类设施

解释说明：

²⁰ 建议学员复习师资培训计划基础培训中关于欧盟碳排放交易体系设施定义及直接关联活动相关性的核算边界内容。

²¹ 建议学员复习师资培训计划基础培训中关于分级方法应用的演示内容，以获取欧盟碳排放交易体系设施分类的详细信息。

【请注意，以下计算仅适用于初步判断可能涉及的设施类别。该计算方法与设施经营者向主管部门申请批准监测计划时需采用的方法不一致】

参照上文第 1.2 节表 1 可知，“采矿”和“氧化铝精炼”活动均与案例研究情景中 BIG AL 有限公司的设施无关，因此其排放量贡献值对预测设施类别（或设施需报告的排放量）无参考价值。表中所列其他活动与设施类别及 BIG AL 有限公司需报告的排放量相关。

若计入电力产生的排放量，根据提供的数据，可推导出生产 1 吨铝所产生的排放量相对贡献值为：

电力：8.7 吨二氧化碳当量 / 吨铝（其中阳极生产 0.05 吨，电解 8.6 吨，铸造 0.08 吨）

全氟碳化物：0.8 吨二氧化碳当量 / 吨铝（阳极效应）

工艺排放：1.6 吨二氧化碳当量 / 吨铝（其中阳极生产 0.1 吨，电解 1.5 吨）

热能：0.2 吨二氧化碳当量 / 吨铝（其中阳极生产 0.1 吨，铸造 0.1 吨）

表 1 中列出的辅助材料和运输所产生的额外排放量贡献值属于间接排放量（根据欧盟碳排放交易体系规定，间接排放量无需报告），因此未计入其中。

根据以上各项的合计结果，每生产 1 吨铝产生的排放量为 11.3 吨二氧化碳当量。该数值乘以本案例研究设施的产能（年产 200,000 吨），可得出潜在年排放量为 2,260,000 吨二氧化碳当量。这一数值远超欧盟碳排放交易体系下 C 类设施的排放量阈值。

欧盟碳排放交易体系设施分类：类别阈值摘要，摘自《欧盟碳排放交易体系监测与报告条例》第 19 条第 2 款	
A 类：	年均排放量不超过 50,000 吨二氧化碳当量的设施
B 类：	年均排放量超过 50,000 吨二氧化碳当量且不超过 500,000 吨二氧化碳当量的设施
C 类：	年均排放量超过 500,000 吨二氧化碳当量的设施

(b) 其次，基于“发电站排放量属间接排放量且无需 BIG AL 有限公司报告”的假设作答。

【请注意，以下计算仅适用于初步判断可能涉及的设施类别。该计算方法与设施经营者向主管部门申请批准监测计划时需采用的方法不一致】

若设施电力供应依赖外购，相关排放量属间接排放量且无需 BIG AL 有限公司报告。此时，生产 1 吨铝所产生的排放总量为 2.6 吨二氧化碳当量（其中全氟碳化物排放 0.8 吨、工艺排放 1.6 吨、热能排放 0.2 吨），潜在年排放总量为 520,000 吨二氧化碳当量。此数值略超临界值，但该设施仍可归入 C 类设施。

当前案例研究情景中未提供充分信息，无法得知铸造环节所用热能中化石燃料直接供热与电力供热的比例。上一段中，计算采用化石燃料直接供热的保守假设。

仅当经营者能够证明铸造所需的全部热能供应均来自外购电力时，该设施的排放总量才可能降至 2.5 吨二氧化碳当量/吨铝（其中全氟碳化物排放 0.8 吨、工艺排放 1.6 吨、阳极生产热能排放 0.1 吨），且年排放总量控制在 500,000 吨二氧化碳当量以内。尽管此数值极为接近临界值，该设施仍可归入 B 类设施。

实际上，经营者有责任根据《监测与报告条例》第 19 条第 2 款的全部要求（见下文文本框）提出正确设施分类，由主管部门根据适当证据核准分类。

《监测与报告条例》第 19 条第 2 款的全部要求（规定设施类别的实际判定方式）：

经营者应将每个设施归入以下类别之一：

(a) A 类设施：在当前交易期的前一交易期内，经核证的年均排放量（不含零排放因子碳源产生的二氧化碳，且未扣除二氧化碳转移量）不超过 50,000 吨二氧化碳当量；(b) B 类设施：在当前交易期的前一交易期内，经核证的年均排放量（不含零排放因子碳源产生的二氧化碳，且未扣除二氧化碳转移量）超过 50,000 吨二氧化碳当量且不超过 500,000 吨二氧化碳当量；

(c) C 类设施：在当前交易期的前一交易期内，经核证的年均排放量（不含零排放因子碳源产生的二氧化碳，且未扣除二氧化碳转移量）超过 500,000 吨二氧化碳当量。

根据第 14 条第 2 款的豁免规定，在设施的核证排放量超过第一项所述类别阈值的情况下，主管部门可以允许经营者不修改监测计划，但经营者需向主管部门证明，在过去五个报告期内，均未曾超过该阈值，并且在后续报告期中，也不会超过该阈值。

8. 除减少发电量外，发电站还可采取哪些措施来降低其应报告的温室气体排放量？

假设具备可用性/可行性，可采用碳密集度较低的发电方式来减少应报告排放量，例如用燃气发电替代燃煤发电，或利用核能、水电等替代能源。挪威、冰岛等国家利用水电资源优势，其原生铝冶炼厂比例显著高于欧洲其他地区。发电站亦可投资高效发电技术减少热损耗，或改用生物质燃料替代化石燃料。

9. 第 2 节所述情景指出，某些投入物料的取样和分析工作由第三方实验室完成。根据欧盟碳排放交易体系要求，应将哪些质量保障措施落实到位，以确保所提供实验室服务的可信度²²？

在师资培训基础培训中关于质量保证和质量控制的培训课件中，阐述了欧盟碳排放交易体系经营者在处理欧盟碳排放交易体系排放监测数据时，所需遵循的数据管理与控制的具体要求。具体而言，这要求设施经营者制定、记录、实施并维护涵盖所有相关数据流活动的书面程序，针对所报告数据中可能出现的错报进行风险评

²²建议学员复习师资培训计划基础培训中关于质量保证和质量控制的专题内容。

估²³，以及控制各项活动来降低已识别风险。除确保第三方实验室（i）按照符合《监测与报告条例》第 32 条的规定，采用适当取样、校准和分析标准，（ii）按照《监测与报告条例》第 33 条和第 35 条的规定，依据适当采用计划和分析频次开展工作，以及（iii）按照《监测与报告条例》第 34 条的规定，获得正式认证²⁴之外，《监测与报告条例》第 65 条还要求设施经营者建立、记录、实施并维持涵盖外包流程的控制活动程序。使用外部经认证实验室即属外包流程范畴。外包控制活动的核心要求概述，如下文文本框所示。

当经营者将一项或多项数据流或控制活动外包时，其必须：

- （根据《欧盟碳排放交易体系监测与报告条例》），检查外包数据流 / 控制活动的质量；
- 确定外包流程输出结果及所采用方法的适用要求；
- 依据既定要求核查输出结果与方法的质量；
- 确保外包活动的执行能有效应对经营者风险评估中识别的风险。

10. 根据上述情景，该设施涉及哪些“源流”？

注：学员应回顾师资培训基础培训内容，其中欧盟碳排放交易体系将“源流”定义为：

1. 因其消耗或生产而在一个或多个排放源处产生相关温室气体排放量的特定类型燃料、原材料或产品；
2. 含碳且在采用质量平衡法计算温室气体排放量时纳入考虑范围的特定类型燃料、原材料或产品。

根据上文第 2 节提供的工艺流程与活动示意图及简要说明，无论采用标准方法，还是采用质量平衡法，均可确定以下潜在源流与排放量计算相关：

阳极生产：

投入物：焦炭、沥青、阳极残极、轻柴油燃料供应

产出物：焙烧阳极、烟气

电解：

投入物：纯碱（包括用于烟气处理的纯碱）、预焙阳极

产出物：熔融铝、废旧阳极（及阴极/电解槽内衬）²⁵、全氟碳化物与二氧化碳

²³ 评估所报告数据中的错报（错误、遗漏或误述）风险及控制活动失效风险。

²⁴ 仅特定条件下可使用未经认证的实验室（详见基础培训中关于监测方法的演示内容）。

²⁵ 铝电解槽的阴极部分（槽壳）通常每五年左右需要更换一次。相比之下，预焙阳极的更换周期通常为20天。

发电站（如被视为直接关联活动）

投入物：煤、重质燃料油、其他燃料（如相关）、纯碱（如涉及烟气脱硫）

产出物：烟气二氧化碳

铸造：

投入物：轻柴油、熔融铝

产出物：烟气二氧化碳

其他：

用于驱动应急发电机/消防泵的轻柴油及液化石油气（LPG）

（注：烟气仅作为产出物列出，以确保完整性，旨在提醒需要特别关注全氟碳化物排放量）

7. 集中培训跨行业培训课件汇总

本章汇总了在 2025 年师资培训集中培训阶段欧盟案例研究（第二部分）演示之前所提供的跨行业培训课件。这些培训课件均基于基础培训阶段传授、本手册第 0 节汇总的欧盟碳排放交易体系跨行业议题相关知识。集中培训第一天对这些主题进行了回顾：

- 监测、报告与核查的主要原则（第 0 节和第 0 节）
- 核算边界（第 0 节）
- 分级方法（第 0 节）
- 质量保证和质量控制系统（第 0 节）
- 监测计划（第 0 节）
- 核查（第 0 节）
- 在跨行业议题方面吸取的主要经验教训（第 0 节）

集中培训深入探讨了以下跨行业主题：

- 标准方法与质量平衡法对比（第二天）（钢铁案例组成部分）
- 取样与分析（第二天）（钢铁案例组成部分）
- 不确定度评估（第三天）（水泥案例组成部分）
- 数据缺口（第三天）（水泥案例组成部分）
- 替代燃料的监测、报告与核查（第三天）（水泥案例组成部分）
- 缺省值的代表性（第四天）（铝案例组成部分）
- 分级体系范围内的不合理成本与技术可行性（第四天）（铝案例组成部分）

下文列出了上述每个跨行业主题的关键要点。培训课件本身（包括概述性培训课件）见附件四，该附件单独提供（具体参见附件四第 2 节）。

7.1. 培训课件：标准监测方法与质量平衡监测方法对比

- 标准方法特别适合排放量与燃料、投入物、产出物直接相关的情形。相较之下，质量平衡法则最适合排放量无法直接与燃料、投入物、产出物联系起来的情形。
- 质量平衡法将设施本身视为黑匣子，重点追踪进出设施的所有碳流。计算碳投入物与碳产出物之间的差值，假定碳以二氧化碳形式排放。

- 将投入物流视为正值，产出物流视为负值。
- 当二氧化碳以化学结合形式存在于产品或废物中时，必须将其视为排放！
- 零排放因子碳源的量（生物质）可视为微量。
- 《监测与报告条例》附件四规定了在《欧盟碳排放交易体系指令》附件一所有的各项活动中，哪些活动可自愿采用质量平衡法（如焦炭生产），哪些活动必须强制采用质量平衡法（如原生铝生产或氧化铝生产）。

7.2. 培训课件：取样与分析

- 在欧盟碳排放交易体系下，在测定计算因子时，最需要的就是取样与分析。
- 确定计算因子时所涉及的分析、取样、校准与验证工作，必须按照《监测与报告条例》中规定的具体层级，依据欧洲标准或其次最适用的标准执行。
- 用于测定气体燃料与物料成分的分析仪必须进行初始验证，然后至少每年验证一次。
- 《监测与报告条例》第 33 条规定，经营者须就每种需通过分析仪测定计算因子的燃料或物料，提交取样计划给主管部门审批。取样计划需说明样品制备方法、责任、取样地点、频次、数量、存储与运输方式等具体信息。
- 实验室必须就与相关计算因子测定对应的分析方法，按照 EN ISO/IEC 17025 标准获得认证。仅当经营者能提供证据，证明使用经认证的实验室会产生不合理成本或在技术上不可行时，方可使用未经认证的实验室，并且使用的实验室须满足等效于 EN ISO/IEC 17025 标准的要求，能证明具备适当的质量管理能力与技术能力。
- 最低分析频次要求，详见《欧盟碳排放交易体系监测与报告条例》（具体见《监测与报告条例》附件七），需经主管部门批准。
- 欧盟委员会已发布指南：文件 3《取样与分析》：
https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-markets/eu-emissions-trading-system-eu-ets/monitoring-reporting-and-verification_en。

7.3. 培训课件：不确定度评估

- 所有测量均存在相关的不确定度：不确定度用于量化在测量准确度/精密度方面的不确定程度。但是，不确定度并不表明存在测量误差。
- 对了解碳排放交易体系而言，理解测量不确定度的概念对于确信“监测和报告吨数 = 实际排放吨数”至关重要。
- 为支持监测计划，《监测与报告条例》要求设施经营者提交符合相关不确定度阈值的证明，包括（如适用）活动数据、计算因子、基于测量的方法（连续排放监测系统）以及备用方法的使用。
- 《监测与报告条例》要求经营者进行不确定度评估，评估范围涵盖测量仪器的规定不确定度、与校准相关的不确定度、仪器实际使用方式和环境影响引发的任何其他不确定度。

- 原则上，此类不确定度评估的期限可以无限长。作为一项实用措施，《监测与报告条例》针对不确定度的测定提供了一套方法体系：
 - 若测量设备受国家计量管控，则将不确定度视为等同于国家计量管控所允许的现行最大允许误差。
 - 若测量设备不受国家计量管控，并且
 - 测量设备在其使用规范所允许的环境下使用，则将不确定度视为等同于：
 - ✓ 针对该仪器规定的现行最大允许误差，或
 - ✓ 通过校准获得的不确定度乘以保守调整因子；
 - 测量设备未在其使用规范所允许的环境下使用，则需进行更全面的不确定度评估。
- 欧盟委员会已发布多项指导文件和工具，以帮助经营者满足《监测与报告条例》中的不确定度评估要求，包括：
 - 《欧盟碳排放交易体系监测与报告条例》第4号指导文件——《不确定度评估指南》：
https://climate.ec.europa.eu/document/download/873cfdb7-4039-4170-b3bb-49e1800ac320_en?filename=policy_ets_monitoring_gd4_guidance_uncertainty_en.pdf
 - 《不确定度评估工具》：
https://climate.ec.europa.eu/document/download/ce893b04-9ef1-4bb2-8df9-996fa5368a4d_en?filename=tool_uncertainty_en.xls

7.4. 培训课件：数据缺口

- 即使制定了完善的监测计划，也可能出现数据缺口。
- 替代数据的估算方法应以书面程序形式列入监测计划中。需采用保守的方法生成替代数据，以免低估排放量。
- 《监测与报告条例》规定，必须报告数据缺口及替代数据的相关信息，具体包括：数据缺口所关联的源流、起止日期、缺口成因、替代数据、所用方法说明（若所用方法尚未作为书面程序纳入监测计划，则需提供所用方法说明）。
- 《监测与报告条例》并未规定替代数据的生成方法。经营者可使用的典型方法包括：
 - 使用具有相同或较低“质量”的其他（冗余）仪器的读数（就不确定度/层级而言）
 - 使用计算算法校正数据（如漂移校正）

- 使用关联参数计算所需参数
- 使用历史数据（适当时取平均值）
- 使用趋势插值法

7.5. 培训课件：替代燃料的监测和报告

- 替代燃料是指至少含有生物质的燃料（比如含有生物质的废弃物）。
- 许多温室气体核算标准中，将生物质的二氧化碳排放量视为零，但这仅适用于可持续生产的生物质。
- 因此，欧盟碳排放交易体系及其他欧盟法律中包含确保生物质可持续性的具体规定（例如：明确规定生物质必须满足的可持续性和温室气体标准，满足这些标准后，才能宣称其二氧化碳排放量为零）
- 欧盟碳排放交易体系中的设施经营者仅在满足这些可持续性和温室气体标准时，方可采用零排放因子。否则，他们必须将生物质视为化石燃料，并参照化石燃料排放量的计算方式来确定生物质排放量。
- 欧盟委员会提供的指南中包括一条决策树，说明了这些标准何时适用以及如何证明符合这些标准。
- 已发布第 3 号指导文件——《欧盟碳排放交易体系中的生物质议题》：
https://climate.ec.europa.eu/document/download/2289952b-4d59-494c-8c49-c0a559c403d6_en?filename=gd3_biomass_issues_en.pdf。

7.6. 培训课件：缺省因子的代表性

- “计算因子”（如排放因子、净热值、氧化因子、转换因子、碳含量、生物质比例等）可以补充计算碳排放交易体系下排放量所需的数据。这些因子通常可通过取样和分析推导得出，或者使用缺省值。
- 欧盟碳排放交易体系规定了仅允许使用特定缺省值的范围（参见《监测与报告条例》第 31 条），且必须经主管部门批准并符合规定的合规层级要求（通常为 1 级或 2 级）。1 级缺省值包括来自《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》（以下简称“《2006 年 IPCC 指南》”）的燃料排放因子。
- 使用缺省值既方便又划算，但是缺省值通常（在时间和空间上）不太具有代表性，因此几乎总是不如通过实际测量确定的因子准确。
- 不准确性可能导致报告的排放量超过实际排放量，以及超出所分配配额的过度清缴。这也可能成为漏报和清缴不足的重要原因。

- 在保持对碳排放交易体系公信力和有效性的信心方面，数据质量至关重要，因此在技术上可行且不涉及不合理成本的情况下，应优先使用通过实际取样和分析确定的计算因子，以确保：
 - ✓ 适合特定批次/交付物
 - ✓ 适合特定工厂/设施

7.7. 培训课件：分级方法中涉及的不合理成本和技术可行性

- 《监测与报告条例》中规定了层级要求，旨在根据报告设施的具体特点采用比例性原则，例如：设施的年度排放总量、特定源流在年度排放总量中的占比以及《碳排放交易体系指令》附件一规定的各项活动。这一总体方法旨在平衡整个系统的准确性与监测成本。
- 分级方法的关键要素是：当监测方法出现以下情况时，允许偏离规定层级：
 - 在技术不可行
 - 产生不合理成本
- 《监测与报告条例》明确定义了这两个概念。二者密切相关——监测方法通常技术可行，但会产生不合理成本。因此，在经营者申请偏离规定层级时，不合理成本就成为其常常援引的概念。
- 技术不可行的监测方法示例包括：无可实验室提供所需的分析服务；合适取样点无法接近；燃料 / 物料 / 产品（如废旧轮胎）均质性不足，导致无法完成具有代表性的取样。
- 产生不合理成本的监测方法示例包括：为达到更高层级而不得不更换测量设备；从使用缺省值改为通过实际分析确定计算因子；增加每个源流的分析次数。
- 为使不合理成本评估更具体、更具可比性，《监测与报告条例》要求对效益与成本进行定量评估。通过关联使用更高层级所带来的准确度提升与排放量的假定市场价值，可以估算效益。若使用更高层级不涉及与相关层级规定的不确定度阈值的改进（如增加每个源流的分析次数），则采用每年 1% 的改进系数。市场价值则根据《监测与报告条例》规定的减排量价格进行估算，目前为 80 欧元/吨二氧化碳当量。
- 估算成本时，仅需考虑在适用于替代方案（例如：经营者为规避不合理成本而申请偏差时拟采用的层级）的基础上产生的额外成本。按年估算设备经济寿命周期内的成本，估算时需考虑包括利息在内的投资成本、运营维护成本及其他成本。
- 欧盟委员会已发布辅助评估不合理成本的工具：unreasonable_costs_tool_en.xlsx。

8. 师资培训集中培训阶段欧盟案例研究（第二部分）——未附答案的案例与问题

本节包含为 2025 年师资培训集中培训阶段制定的欧盟案例研究的中文版本。

8.1. 欧盟案例研究第二部分：钢铁

注：相关情景中采用虚构设施，不涉及任何真实设施。

钢铁案例研究第二部分在第一部分的基础展开，不同的内容包括：

- 通用跨行业议题：
 - 核算边界
 - 监测计划
 - 质量保证和质量控制体系
 - 核查
- 特定跨行业议题：
 - 取样与分析
 - 标准方法与质量平衡法对比

核算边界实操练习

1.1 核算边界核心要点回顾（源自基础培训）

核算边界清晰，可确保符合完整性原则。需要：

- 明确定义各行业的设施、单元、排放源和源流等术语。
- 宽泛定义“燃烧”一词，以免造成监测复杂性。
- 就设施所涵盖的活动范围（例如各项活动之间的技术关联性会如何影响设施边界），提供明确指导。

须采取措施，确保中国重点排放企业能获取所覆盖设施的全部信息。

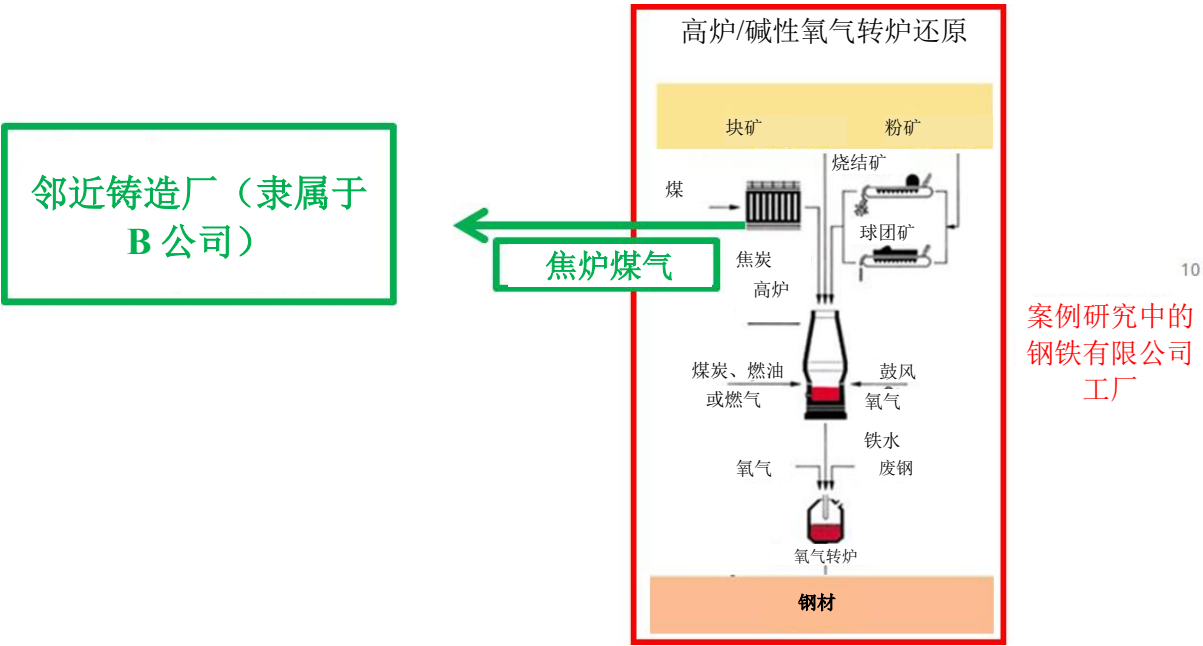
- 实施质量保证控制，以确保数据完整性，并在整个数据处理过程中保持数据准确性与完整性。
- 需要建立数据收集与汇总流程。
- 监测计划应涵盖每个设施并说明核算边界。

建议监管机构与核查方对核算边界进行评估。欧盟碳排放交易体系根据经验教训所开发的工具，对核算边界的汇编和评估有所帮助。在中国背景下，类似工具也可能奏效。

1.2 工艺流程概述（经修改）

为研究核算边界问题，对图 1 中所示工艺流程进行了修改。修改后，焦炉煤气从综合钢铁厂输送至隶属于另一家公司（即 B 公司）的邻近铸造厂（见下文图 2）。

图 2 工艺流程概述（经修改）



1.3 关于核算边界的特定行业问题

问题 1：案例研究中的钢铁有限公司工厂将焦炉煤气用于满足自身生产需求，同时向隶属于另一家公司的邻近铸造厂输送焦炉煤气。案例研究中的钢铁有限公司工厂采用质量平衡法。在进行质量平衡计算时，案例研究中的钢铁有限公司工厂如何处理输出的焦炉煤气？

- A：因未用于本公司生产而忽略
- B：纳入钢铁厂的质量平衡计算中
- C：从焦炭生产投入物中剔除

问题 2：邻近铸造厂应如何处理购入的焦炉煤气？该公司采用标准计算法。

- A：将购入的焦炉煤气纳入标准方法计算中
- B：因非本公司生产而忽略
- C：将这种煤气的排放因子视为零（因为其已被纳入案例研究中的钢铁有限公司的质量平衡计算中）

监测/监测计划实操练习

2.1 监测/监测计划核心要点回顾（源自基础培训）

精准监测是保障碳排放交易体系完整性的基础。

《欧盟碳排放交易体系监测与报告条例》规定了对欧盟碳排放交易体系参与国、经营者及主管部门均具有法律约束力的详尽要求与职责，旨在：

- 推动欧盟范围内的统一实施；
- 提升实施的效力与效率。

该统一条例（“适用于所有主体”）的出台，为相关指导文件及模板的制定提供了依据，进而助力提升实施工作的效率、准确性与一致性。

标准化规则对于促进要求与责任的共同理解至关重要，并能确保“公平竞争环境”（公平性）。

允许在核准的情况下采用合理务实态度与比例性原则，对推动更全面、一致的合规实践具有重要作用。

2.2 关于监测/监测计划的特定行业问题

问题 3：钢铁厂（用于焦炭生产）的煤炭源流属于以下哪一类？

- A. 主要源流
- B. 次要源流
- C. 微量源流

问题 4：钢铁厂的活动数据与计算因子适用哪些层级？基于适用层级，应如何确定活动数据与计算因子？

你认为钢铁厂煤炭源流的监测适用哪些层级？

(i) 活动数据：

- A. 1 级：测量不确定度在 $\pm 7.5\%$ 以内
- B. 2 级：测量不确定度在 $\pm 5\%$ 以内
- C. 3 级：测量不确定度在 $\pm 2.5\%$ 以内
- D. 4 级：测量不确定度在 $\pm 1.5\%$ 以内

(ii) 计算因子（如排放因子）

- A. 1 级：基础（通用）缺省值
- B. 2 级：使用更具体的缺省值
- C. 3 级：根据钢铁厂所用煤炭的实际取样与分析结果确定相关因子

问题 5：案例研究中的钢铁有限公司工厂声称无法达到要求的层级。该钢铁厂能否偏离煤炭源流的规定层级要求？

- A. 可以

B. 不可以

若可以，该工厂必须提供关于设施的何种类型的证据与理由？

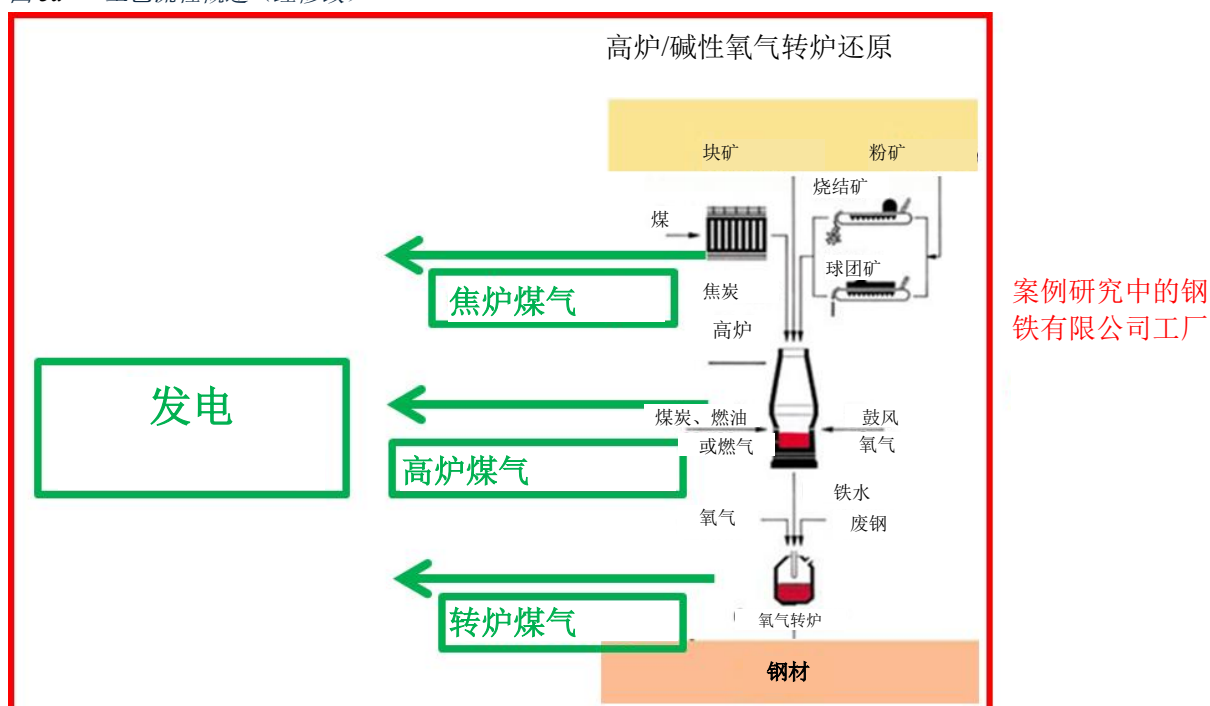
- A. 向监管机构提交资料，证明达到规定层级在技术上不可行。
- B. 向监管机构提交资料，证明达到规定层级会产生不合理成本。
- C. 向监管机构提供符合要求的理由，证明达到规定层级在技术上不可行。
- D. 向监管机构提供符合要求的理由，证明达到规定层级会产生不合理成本。

质量平衡/标准计算实操练习

3.1 工艺流程概述

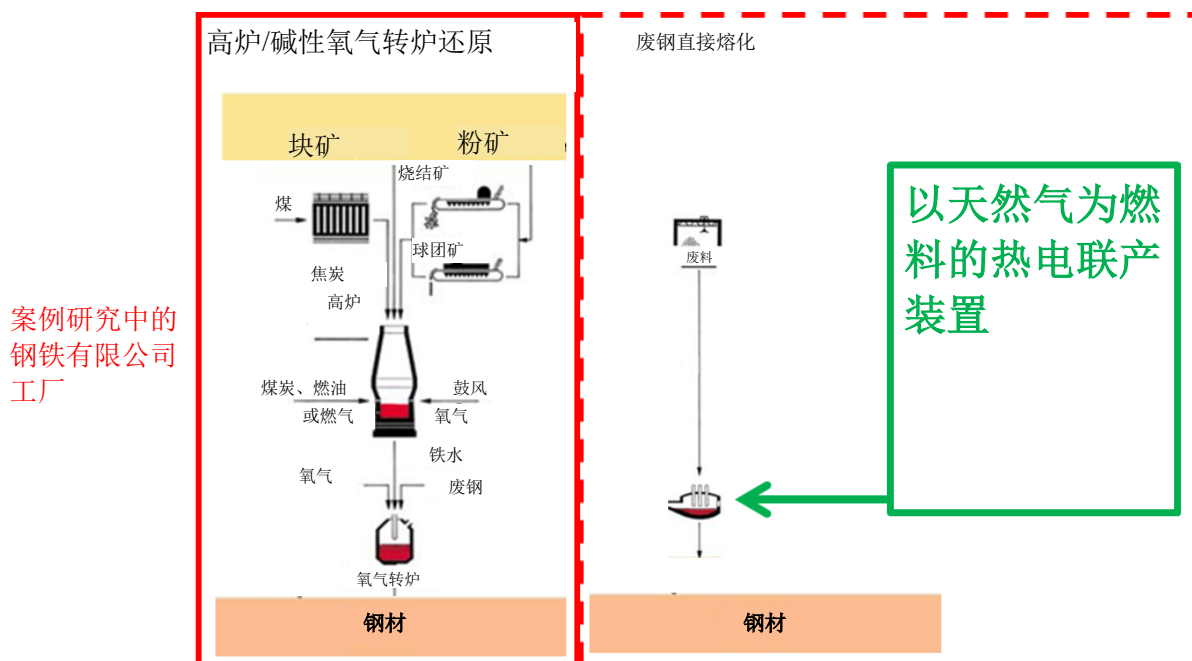
为研究质量平衡与标准计算的相关问题，对图 1 所示工艺流程进行了修改。修改后，案例研究中的钢铁有限公司工厂的综合钢铁厂利用焦炉煤气、高炉煤气及转炉煤气自行发电（详见下方图 3a）。

图 3a 工艺流程概述（经修改）



进一步假设，案例研究中的钢铁有限公司工厂还涉及电弧炉工艺，该工艺配套有一座以天然气为燃料的热电联产（CHP）装置（详见下方图 3b）。

图 3b 工艺流程概述（经修改）



3.2 关于质量平衡法/标准计算法的特定行业问题

问题 6： 案例研究中的钢铁有限公司工厂利用废气（焦炉煤气、高炉煤气及转炉煤气）发电。该公司为综合钢铁厂采用质量平衡法。该公司的发电业务应采用质量平衡法还是标准计算法？

问题 7： 假设案例研究中的钢铁有限公司工厂还涉及电弧炉工艺，该工艺配套有一座以天然气为燃料的热电联产（CHP）装置。该公司同样为电弧炉工艺采用质量平衡法。该公司的热电联产发电业务应采用质量平衡法还是标准计算法？

取样与分析实操练习

4.1 工艺流程概述

案例研究中的钢铁有限公司工厂计划用终端用户产生的塑料废弃物替代部分高炉用焦炭（详见下方图 4a）。

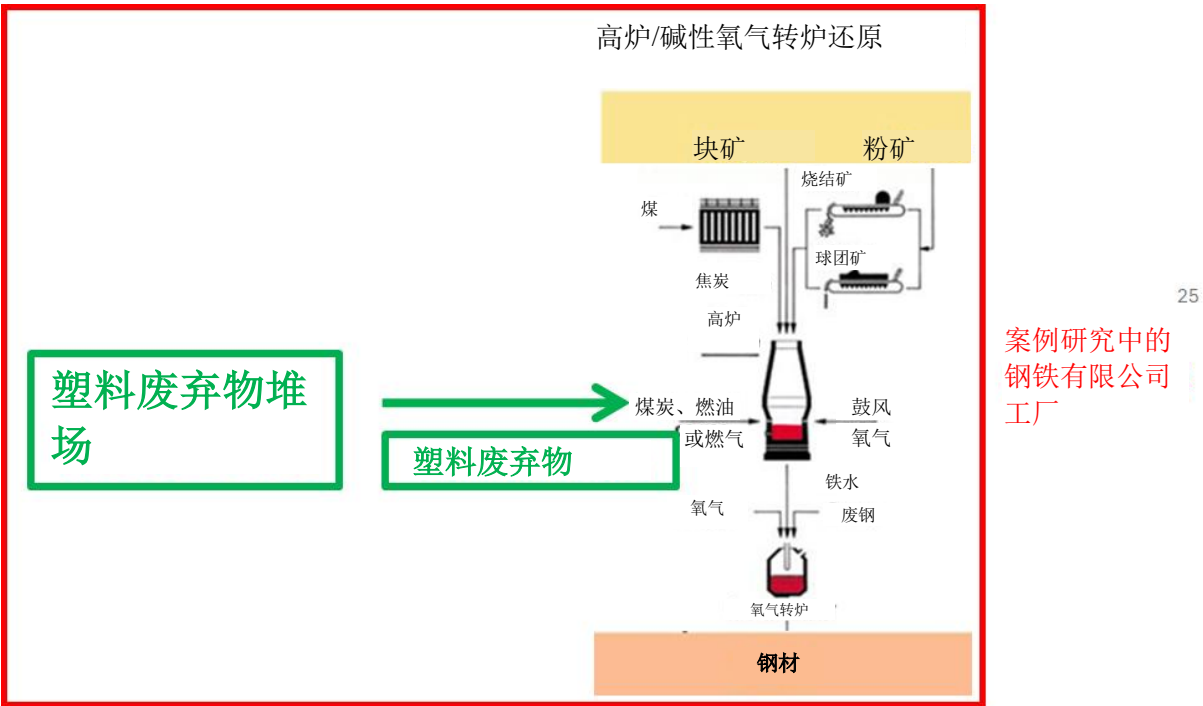
图 4a 在高炉中使用终端用户产生的塑料废弃物



资料来源: https://legacy.plasticseurope.org/download_file/force/1108/181

工艺流程修改如下（参见下方图 4b）。

图 4b 工艺流程概述（经修改）



4.2 关于质量平衡法/标准计算法的特定行业问题

问题 8：案例研究中的钢铁有限公司工厂计划用终端用户产生的塑料废弃物替代部分高炉用焦炭。这会对取样计划产生何种影响？该方法是否会更加耗时？请绘制取样方法示意图。

质量保证和质量控制实操练习

5.1 质量保证和质量控制核心要点回顾（源自基础培训）

数据管理及相关质量控制措施在维护碳排放交易体系声誉方面发挥着重要作用。经营者必须针对数据流活动、数据流活动的风险评估及相应控制活动建立、记录、实施并维持一套书面管理程序，这一点对于保证数据质量非常重要。

有效的数据流和控制活动能缓解排放报告中出现错误陈述的风险：

- 增强经营者对合规的信心。
- 有助于监管机构更高效地开展监管活动。
- 有利于核查方更高效地完成核查工作。
- 大幅提升碳排放交易体系下最终报告数据准确性与完整性的可信度，真正实现“报告吨数就是排放吨数”。

数据管理和质量保证是所有工业行业都必须重视的跨行业共通性议题。

5.2 关于质量保证和质量控制的特定行业问题

问题 9:

可采取哪些（主要）措施来降低钢铁厂数据流中存在的风险（控制活动）？

可以采取哪些主要措施来缓解皮带秤称量煤炭不准确带来的风险？

问题 10:

如果控制主要风险的活动（即控制活动）并未有效地发挥作用，会带来什么风险？
皮带秤质量保证方面的控制风险有哪些？

- A. 未及时进行内部审计。
- B. 未制定皮带秤操作人员接班计划。
- C. 未执行维护计划。
- D. 未进行测量读数。

关于核查的实操练习

6.1 核查核心要点回顾（基于基础培训内容）

需要制定统一的法律规则，此类法律规则应足够严格且具有强制性，以便让核查方执行。此类法律规则须：

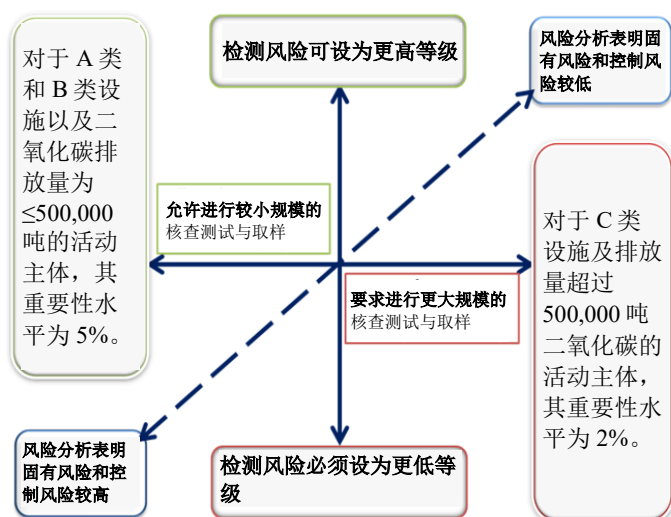
- 明确受监管实体、核查方和监管机构之间的角色和职责。
- 规定核查范围、保证等级、重要性概念的应用。
- 规定核查中的各项活动、强制性实地考察、核查报告内容、受监管实体纠正错误和不合规问题的相关要求、核查后的跟踪工作。
- 规定能力和公正性要求。
- 规定核查方的认证和监督工作，以确保核查方继续胜任并保持公正性。
- 规定可对核查方施加的制裁。

使用国际标准化组织标准和国际认证框架，对核查方进行核查和认证至关重要。

对核查方进行认证和监督时，评估核查方能力的机构不应只看资格，还应评估核查方的实际表现。

需要实施不同层次的监督（对核查方的监督、对认证机构的监督）。

如有负责管理监测、报告与核查流程（例如：批准监测计划）相关机构以外的其他机构参与核查方的认证工作，则必须确保此类机构之间实现信息交流与合作。



- 核查是一种基于风险的方法。
- 欧盟碳排放交易体系中两个预先设定的重要性水平
 - C 类设施：占所报告排放总量的2%。
 - 其他情况：占所报告排放总量的5%。
- 风险分析、重要性和合理保证等级决定了核查的深度和范围。

6.2 关于核查的特定行业问题

问题 11:

如我们所知，核查是一种基于风险的方法。核查方会优先核查设施数据流活动中风险最高的数据流环节。核查方会分析评估数据流中的风险（固有风险）以及质量控制体系未能有效运行的风险（控制风险）。分析结果将决定核查的详细程度与重点内容，明确核查方的核查优先级。

请为案例研究中的钢铁有限公司工厂指出两个风险最高的领域（活动、排放因子等），这些风险与工厂相关（包括使用塑料废弃物替代该公司高炉中使用的焦炭）。

跨行业问题对其他行业的影响速览

	水泥	铝
取样与分析	• 废物燃料的非均质性 • 生物基燃料的排放因子	• 阳极效应广泛存在（由于电解过程控制不足） • 阳极投入物取样
质量平衡法与标准算法对比	• 灰分碳含量 • 水泥碳化（水泥中的碳吸收）	• 未燃烧阳极的碳含量 • 冰晶石（电解质）的碳含量

8.2. 欧盟案例研究第二部分：水泥

注：相关情景中采用虚构设施，不涉及任何真实设施。

1. 引言

1.1 本案例研究的目的

本案例研究是为“支持中欧碳市场政策对话与合作项目”下师资培训的集中培训阶段而编制案例研究的第二部分。其内容旨在确保学员更深入地理解水泥生产所涉及的相关环节，并初步了解温室气体碳排放交易体系的相关监测、报告与核查要求。

需注意，第二部分是在第一部分的基础上展开的。在集中培训中，本案例研究将对水泥行业的监测、报告与核查进行更深入的分析。强烈建议学员回顾先前提提供的自学阶段初始案例研究内容，特别是包含标准答案的版本，以加深记忆。在学习相应的集中培训培训课件之前，提前熟悉本案例研究的两部分内容，有助于学员充分利用培训时间，提高培训效率。

第 1.2 节概述了水泥行业产生温室气体排放的活动及其相关工艺流程。接着，第 2 节详述了案例研究的内容，包括水泥生产厂生产活动、核算边界及现有监测活动。新增内容包括经批准监测计划和更详细数据流的相关信息。第 3 节列出了一系列问题。其中，第 3 节还提出了两个特定问题，在集中培训案例研究环节的中段进行小组讨论。这两个特定问题与不确定度评估和数据缺口等跨行业培训课件紧密相关。第 1.2 节和第 2 节内容基本保持不变，但新增了监测计划相关章节和水泥设施的详细数据流过程。

1.2 水泥行业简介²⁶

通常而言，水泥生产厂选址于采石场附近，以便开采石灰石、泥灰岩或白垩岩等原材料，并将其运送至一级和二级破碎机进行破碎。随后，加入少量其他原材料（如铁矿石、铝土矿、页岩、黏土或砂），并将这些材料一起研磨成生料。

生料通过窑炉产生的高温废气实现多级预热²⁷。预热过程中，会从高温燃料气中回收热量，并且随着每级预热的推进，热回收率会相应提高。生料在窑炉中被加热至 1450°C，从而发生反应。为确保生料达到所需温度，回转窑使用煤炭、石油焦、燃气、燃油及其他燃料进行加热。在欧盟，90% 的水泥熟料是通过所谓的干法窑工艺生产的²⁸。

生料中的石灰石会转化为石灰，石灰与其他成分发生反应后形成新的矿物，进而生成熟料。熟料通过空气冷却后，在水泥磨中与石膏一起研磨，形成名为“普通硅酸盐水泥”的灰色粉末。若在其中混入额外的矿物成分，则会生产出复合硅酸盐水泥。多数情况下，熟料在厂内研磨，但也可通过卡车、火车或船舶运输至其他研磨厂进行

²⁶ 本节的水泥行业的简介基于欧洲水泥协会（CEM bureau）发布的资料页《水泥制造介绍》。

²⁷ 预热器由一系列旋风预热器组成。在旋风预热器中，热烟气按与物料流动相反的方向流经生料。

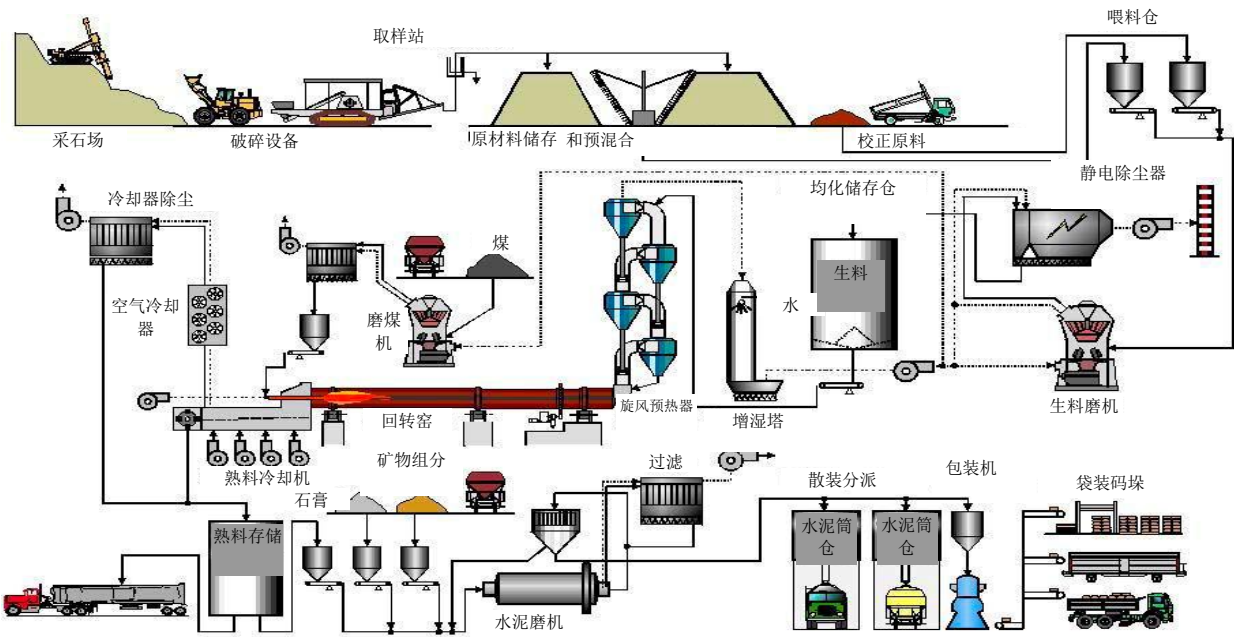
²⁸ 干法熟料工艺：该工艺是指将原材料加工成原材料粉末，其含水量通常低于 1%。干法工艺可降低热耗与用水需求。但是，窑内物料的流动性较差，易导致混合不均。与干法工艺不同，湿法工艺生产的原材料浆体含水率达 32%~40%。原材料浆体的流动性较好，让混合更加均匀，从而生产优质熟料。尽管如此，湿法工艺需要消耗更多热量。

加工。最终产品经过均化处理²⁹后储存于水泥筒仓内，随后被运送至包装站，或装入筒仓通过水路、公路或铁路运输。

水泥行业是欧盟的重要行业，其排放量约占欧盟碳排放交易体系排放总量的 8%。欧盟有 25 个国家设有水泥生产设施。水泥行业 60%的排放量来自煅烧过程，属于工艺排放量，其余排放量则与能源相关。

2. 案例研究：水泥生产

CEMA 是一家灰色水泥熟料²⁹生产厂，配备 2 台回转窑。该厂紧邻一条水路，每年排放 78.5 万吨二氧化碳。下图展示了其生产工艺流程概况。



资料来源：【103，欧洲水泥协会（CEMBUREAU），2006 年】

工艺流程与活动说明：

天然存在的钙质沉积物（如石灰石、泥灰岩或白垩岩）是碳酸钙的来源。二氧化硅、氧化铁和氧化铝则存在于多种矿石与矿物中，例如砂、页岩、黏土和铁矿石。石灰石、白垩岩、泥灰岩、页岩或黏土等主要原材料，从工厂附近的采石场开采而来，经一级破碎后储存，待进一步加工处理。铝土矿、铁矿石、高炉矿渣或铸砂等其他原材料，则需外购调入。

水泥生产工艺中的基本化学反应始于窑炉内碳酸钙（CaCO₃）在约900℃下的分解，生成氧化钙（CaO，即石灰）并释放出气态二氧化碳（CO₂）。这一过程被称为“煅烧”。随后是“熟料烧成”过程：氧化钙在高温（通常为1400℃~1500℃）下与二氧

²⁹欧盟碳排放交易体系对灰色水泥熟料和白色水泥熟料加以区分。灰色水泥是建造桥梁、楼宇等结构的坚固材料，其生产成本约为白色水泥的一半，且其供应范围比白色水泥更广。白色水泥具有与灰色水泥相似的结构性能，同时能提升拱廊、酒店、教堂等建筑的装饰效果，且无需再次粉刷。在水泥生产过程中，可通过添加指定彩色颜料，使白水泥获得永久性装饰色彩。白色水泥的温室气体排放量比灰色水泥高出约 40%。其仅占熟料温室气体排放总量的 2.4%。

化硅、氧化铝和氧化亚铁发生反应，形成钙的硅酸盐、铝酸盐和铁酸盐，这些物质共同构成熟料。之后，熟料与石膏及其他添加剂一起被研磨，最终制成水泥。

CEMA 的两台窑炉使用多种常规化石燃料、替代化石燃料、混合燃料，以及少量生物质燃料（如下文所述的污泥颗粒）。成品水泥储存于筒仓内直至发运。大部分水泥以散装形式销售，通过驳船或卡车运输。大约 5%~10% 的水泥以袋装形式销售。

工厂办公室负责管理、质量控制和控制室运营工作，内设实验室。实验室配备以柴油为燃料的便携式加热器。

厂区配备使用各种液化石油气与轻柴油的小型设备，以及由轻柴油驱动的应急发电机与消防泵。

窑炉产生的余热经回收后输送至地方政府的区域供暖系统，为社会住房供暖。

窑炉燃料

窑炉能够混烧多种不同类型的燃料，包括：

监测计划中列明的燃料	
固体	
(F1) 煤炭	
(F2) 石油焦	
(F4) 废轮胎	
(F8) 污泥颗粒*	
(F10) 城市废弃物衍生燃料	
液体	
(F3) 煤油*	
(F9) 废溶剂	
气体	
(F5) 天然气	
(F6) 液化石油气	
(F7) 轻柴油	
*微量燃料	

窑炉所用燃料取决于运行时的供应情况与经济性。

煤炭和石油焦通过驳船运至设施的港口。平均每艘驳船卸载 2500 吨。货物的数量由经认可的特许测量师采用水置换法测定，该方法可保证将测量不确定度控制在±1% 以内。

卸载后，煤炭和石油焦储存在两个料堆中，并通过输送带从料堆输送至磨机，随后送入窑炉。每年 1 月 1 日，特许测量师会对每个料堆的体积和密度进行库存盘点测量。

煤炭 / 石油焦的消耗量通过库存平衡法计算：

$$\text{燃料 } C = \text{燃料 } P + \text{燃料 } S - \text{燃料 } E$$

式中：

燃料 C = 第 y 年消耗的燃料

燃料 P = 第 y 年交付的燃料

燃料 S = 第 y 年年初库存燃料

燃料 E = 第 y 年年末库存燃料

每批煤炭或石油焦均按照 ISO 1988 标准取样，所有样品均由外部实验室进行分析。

其他燃料及物料 / 添加剂采用经校准的地磅称重进厂，其相关活动数据通过库存平衡法确定。除轮胎外，这些燃料均会采集代表性样品送往实验室，测定生物质占比、净热值（NCV）、碳含量及相关排放因子（EF）。由于难以获取轮胎的代表性样品，其相关计算采用特定国家缺省值：排放因子为 0.088 吨二氧化碳 / 太焦，净热值为 28.2 吉焦 / 吨。

微量燃料处理方式：

- F3——采用估算值或非校准流量计确定活动数据，计算因子采用国家缺省值。
- F8——假设报告年度内所有交付量均在当年消耗完毕。污泥颗粒为 100% 固体生物质，经营者采用零排放因子。

窑炉进料与窑灰：

监测计划中引用的物料	
窑炉进料（M1-9）	窑灰（M10-M11）
熟料	

每月月底，环境保护经理会收到生产部发来的电子邮件，其中包含计算窑炉进料所产生二氧化碳排放量所需的信息：

- **生产线 1：**消耗的生料磨机总进料量（根据八台申克 Microcont FCO421 称重给料机 W1-W8 的读数得出）。计算时采用生料磨机进料的干重，需考虑生料磨机进料重量中的含水量。
- **生产线 2：**工艺流程中采用的窑炉进料量通过申克科里奥利计量秤（W9）在其入窑时称重。

各生料磨机的进料量根据上述给料机的测量差值记录下来，测量结果会自动累加到给料机的电子计数器中。控制室操作员手动将仪表累计器的读数录入工厂的每日生产报表，并将这些测量数据上报给生产部。

生产用给料机测量设备的校准和维护工作，按照工厂制定的校准说明执行。

卸灰至运输车时，已卸窑灰的单位时间排放量（质量流量）每月在灰斗后方通过汽车衡（W10）测定一次。生产线 1 的称重工作由生产部人员每月执行一次，生产线 2 则每两个月称重一次。称重结果由生产部按照《作业指导书 WI 110-2》的要求保存。

- **生产线 1:** 每月月底，经内部审核后，生产部会向环境保护经理发送电子邮件，说明根据汽车衡测量结果得出的卸灰量，以及仪表测得的相关生料磨机干进料重量。计算得出的卸灰量占生料磨机干进料的百分比，将用于推算下个月的生料磨机干进料消耗量，直至得出新的百分比。
- **生产线 2:** 每两个月月底，经内部审核后，生产部会发送电子邮件，说明根据汽车衡测量结果得出的卸灰量以及仪表测得的相关窑炉干进料重量。计算得出的卸灰量占窑炉干进料的百分比，将用于推算后续每个月的窑炉干进料消耗量，直至得出新的百分比。

生产:

出厂水泥通过经校准的地磅称重，同时结合外购水泥量进行库存平衡计算，按库存平衡法计算得出的结果即为水泥产量。

汽车衡每年由外部机构校准，其校准和内部维护工作均按照工厂制定的《作业指导书》执行。

此外，为计算二氧化碳排放量，生产质量部每月月底会向环境保护经理发送电子邮件，说明:

- (a) 生产线 1 生料磨机进料和生产线 2 窑炉进料的月度成分平均值。这些成分数据来自样品分析结果，样品每两小时采集一次。通过化学计量比，将成分数据转换为排放因子。所有样品均由工厂实验室进行分析。
- (b) 各生产线进料的月平均含水量。对于每台生料磨给料机，每天采集一次样品，样品由工厂实验室进行分析。根据这些样品的含水量计算出月平均值，用于确定物料的干重。

两条生产线已卸窑灰中的碳酸盐二氧化碳总含量，（依 EN 196-2 标准）通过“烧失量（LOI）”测试确定。每日在灰斗后方的取样点采集样品，进行该测试。质量控制经理负责计算已卸窑灰中碳酸盐二氧化碳总量重量分数的月平均值。

生料中非碳酸盐的碳排放量，由工厂实验室每年测定一次。

环境保护经理利用这些数据，计算窑炉进料加工过程的月度二氧化碳排放量。

经批准的监测计划:

该设施按 C 类许可获批。经批准的监测计划采用计算方法 A: 根据工艺投入物中的碳酸盐含量，监测生料组分的工艺排放量。所有粉尘均离开了窑炉系统。

取样计划中规定:

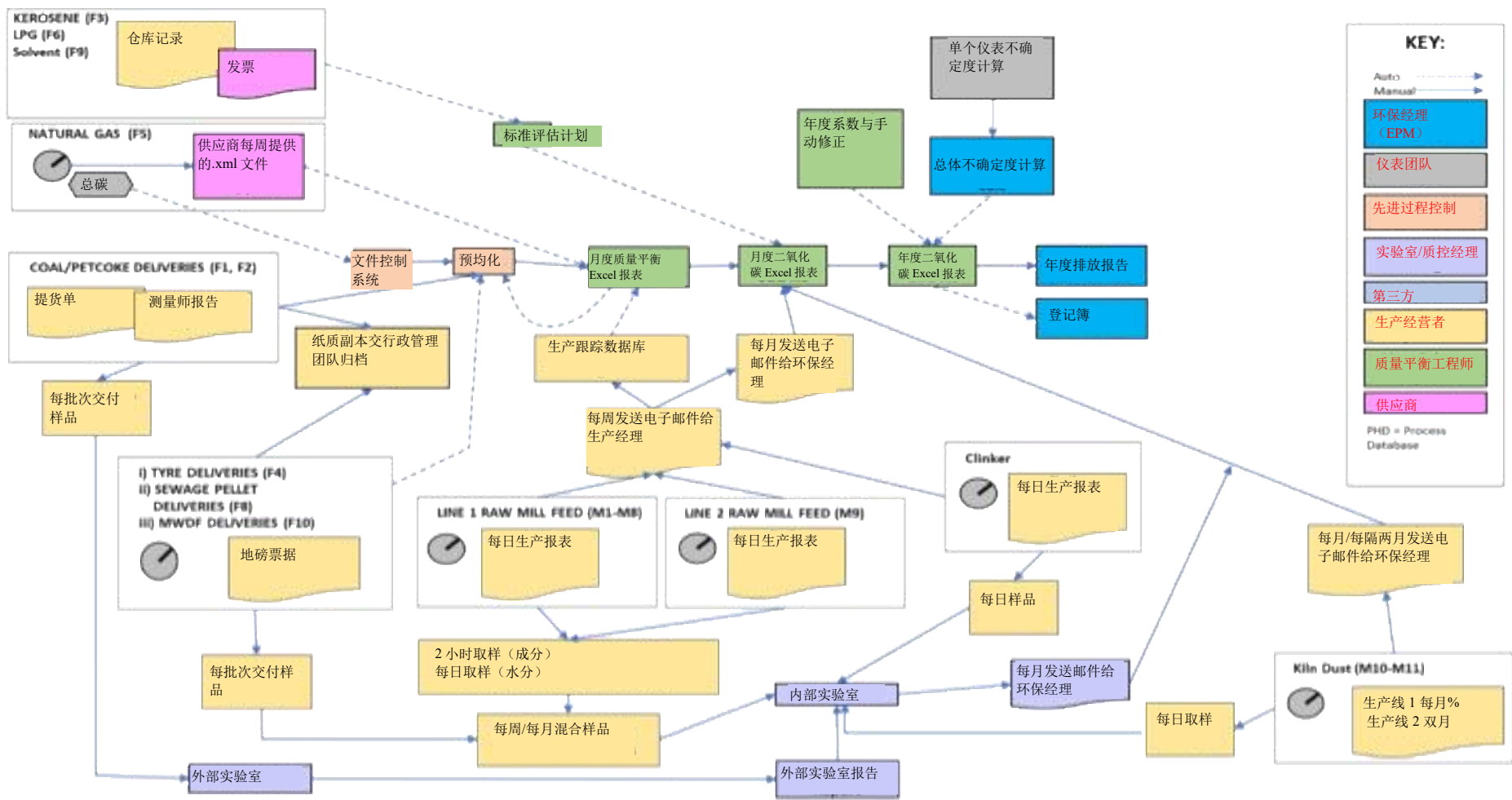
- **熟料**——每天取样一次，制成月度混合样品送至实验室，分析氧化镁和氧化钙的浓度。

- **白垩岩与生料**——每天取样一次，制成月度混合样品送至实验室，分析氧化钙及氧化镁含量、二氧化碳含量及总有机碳。
- **煤炭、石油焦及废料衍生燃料（F1、F4 和 F10）**——每批燃料送达时，采集代表性样品并记录交付燃料的水分；同时制备周/月混合样品送至实验室，分析热值以及碳、灰分、水分、生物质、非生物质与惰性物质的百分比含量。

除煤炭与石油焦外，所取样品均在该设施的内部实验室完成分析。

附件 1 概述了该设施的数据流情况。

附件 1：水泥厂排放量核算数据流



资料来源：基于欧盟案例研究

集中培训问题

全体学员讨论第一阶段问题

1. 水泥生产厂（CEMA）已与核查方签订合同，委托核查方核查其设施排放报告。为评估水泥设施的核算边界，核查方需要哪些信息？
2. 请考虑与水泥生产设施（CEMA）排放量监测和报告相关的各种源流。案例研究中概述的监测计划是否涵盖了所有燃料和材料？若未涵盖，核查方应采取何种行动？

分组讨论问题

3. 水泥生产厂（CEMA）旁边有一座隶属于 A 公司的发电厂。CEMA 正在扩大生产规模，需要额外电力来运行水泥窑炉。A 公司将发电厂出售给 CEMA 设施的所有者，CEMA 经营者接管了发电厂的运营和功能控制权。接管后，发电厂通过高压输电线路向水泥生产厂（CEMA）提供部分电力。发电厂进行燃烧活动，每年产生 2,000,000 吨二氧化碳排放量，通过连续排放监测系统测量温室气体浓度和烟气流量来确定排放量。发电厂拥有三台 530MW 的双联机组，燃烧煤炭、重质燃料油和固体/液体生物质，为蒸汽轮机提供动力；此外，还有三台单机容量为 17.5MW 的小型涡轮机，以轻柴油（柴油）或生物液体为燃料运行。煤炭是主要源流，其他燃料为次要源流或微量源流。在为所有三台 530MW 涡轮机服务的烟囱内，均安装了连续排放监测系统。假设在三台 530MW 涡轮机中，每台均排放超过 500,000 吨二氧化碳。在烟囱内安装连续排放监测系统（CEMS）之前，已根据 EN 15267-3 标准对该测量系统进行了校准和测试，以证明其潜在适用性。该设施制定了程序，确保每五年进行全面校准和测试。此外，还至少每年进行一次小规模校准检查；按照 EN 14181 标准的规定，可能还需要增加校准检查频次。在今天上午（第 3 天）的跨行业议题讲解中，已就不确定度和不确定度评估进行了介绍。请在小组讨论中回答以下问题：
 - a. 水泥生产厂中测量不确定度的来源有哪些？请列举五个最显著的不确定度来源。
 - b. 针对发电厂安装的连续排放监测系统，需要进行何种形式的不确定度评估，以确保不超过允许的不确定度水平？（请参考基础培训材料）
4. 请在小组中讨论以下两个问题：
 - a. 水泥生产厂按照 ISO 1988 标准对每批煤炭或石油焦取样，并由外部实验室分析所有样品。送往经认证实验室的两个样品被污染，导致分析结果无效。
 - 这种情况是否构成数据缺口？
 - 如何填补该数据缺口？

- b. 连续排放监测系统发生故障，导致一周数据丢失。水泥设施可采取何种措施来填补数据缺口以及防止再次发生类似情况？

全体学员讨论的问题

5. CEMA 数据流的关键方面是什么？数据流（如数据处理）过程中存在哪些主要风险（也称为“固有风险”）？
6. 为缓解 CEMA 数据流中的风险，关键控制活动有哪些？这些控制活动无法有效运行时，会带来什么风险？
7. 针对 CEMA，可采取哪些措施来缓解控制风险？
8. 数据流中的风险和控制活动如何影响核查过程中的检查类型和详细程度？
9. 核查方将如何检查案例研究中所述的经营者不确定度评估和数据缺口？
10. 用于称量燃料和添加剂的地磅未按照工厂制定的《作业指导书》进行校准，导致读数存在不确定度。核查方应在核查报告中如何报告此问题？这种情况在核查后应如何跟进？

8.3. 欧盟案例研究第二部分：铝

注：相关情景中采用虚构设施，不涉及任何真实设施。

1. 引言

1.1 案例研究第二部分目标

本案例研究是为“支持中欧碳市场政策对话与合作项目”下师资培训的集中培训阶段而编制案例研究的第二部分。其内容旨在让学员更深入地了解电解铝冶炼的相关环节以及欧盟碳排放交易体系对相关温室气体排放的监测、报告与核查要求。

需要注意的是，本案例研究的第二部分是在第一部分的基础上展开的。强烈建议学员回顾先前提提供的自学阶段初始案例研究内容，特别是包含标准答案的版本，以加深记忆。在学习相应的集中培训培训课件之前，提前熟悉本案例研究的两部分内容，有助于学员充分利用培训时间，提高培训效率。

以下第 1.2 节概述了根据《监测与报告条例》，欧盟碳排放交易体系下电解铝设施需遵守的特定活动要求。首先考虑对二氧化碳（CO₂）排放量的监测要求，然后是对全氟碳化物（PFC）排放量的监测要求。第 2 节提供了有关 BIG AL 有限公司运营和责任的更多信息，该信息基于案例研究第一部分（为自学阶段提供的初始案例研究）中提出的情景。第 3 节提出了一些新问题，供学员在参加铝案例研究集中培训课程之前进行初步思考。其中，第 3 节还提出了两个特定问题，计划在集中培训案例研究环节的中段

进行小组讨论。这些问题与案例研究之前安排的“缺省值与实际值对比（缺省值的代表性）”和“不合理成本与技术可行性以及分级方法”等跨行业培训课件紧密相关。第3节中提到的所有问题都将在集中培训课程中进一步讨论。

建议学员回顾师资培训基础培训阶段的材料，以便进一步思考案例研究并回答新问题。

1.2 适用于铝电解生产的欧盟碳排放交易体系监测、报告与核查要求概述

一般要求

《监测与报告条例》的一般要求适用于欧盟碳排放交易体系下的所有设施，包括涉及电解铝生产的设施。因此，与欧盟碳排放交易体系下其他所有设施的经营者一样，电解铝设施的经营者必须遵守《监测与报告条例》的所有相关跨行业规定，以及在相关情况下，遵守欧盟碳排放交易体系关于核查方核查和认证方面（《认证与核查条例》）的所有要求，并遵守《欧盟碳排放交易体系指令》³⁰的总体要求，例如，需要持有主管部门批准的运营许可证。此外，经营者还必须满足针对电解铝生产的特定活动要求，以及与设施边界内运营的欧盟碳排放交易体系所列任何其他活动相关的其他特定活动要求。在大多数情况下，这可能只涉及燃烧活动，例如，为了支持阳极焙烧或铸造厂而开展的、与为电解槽供电或产生热能相关的发电活动。

特定活动要求

在欧盟碳排放交易体系中，针对电解铝生产中的二氧化碳排放量³¹和全氟碳化物³²排放量，制定了特定活动监测要求。此外，二氧化碳排放监测范围的相关规定对电解铝设施的核算边界有重要影响。《监测与报告条例》附件四第7节明确规定了所需范围，如下所述：

针对二氧化碳排放量的特定活动要求：范围

“经营者应将本节规定应用于原生铝冶炼用电极生产（包括此类电极的独立生产厂）及电解过程中电极消耗所产生的二氧化碳排放量的监测与报告。

经营者应至少考虑以下潜在二氧化碳排放源：用于产生热能或蒸汽的燃料、电极生产、电解过程中与电极消耗相关的氧化铝（ Al_2O_3 ）还原反应，以及用于废气洗涤的纯碱或其他碳酸盐。

因阳极效应产生的相关全氟碳化物排放量（包括逸散排放量），应按照本附件第8节的规定进行监测。”

³⁰欧洲议会和欧洲理事会 2003 年 10 月 13 日“关于建立欧盟温室气体排放配额交易体系并修改欧洲理事会第 96/61/EC 号指令”的第 2003/87/EC 号指令及其修正案。

³¹《监测与报告条例》附件四第7节：与第 2003/87/EC 号指令附件一所列原生铝生产或加工产生的二氧化碳排放量相关的特定活动监测方法。

³²《监测与报告条例》附件四第8节：与第 2003/87/EC 号指令附件一所列原生铝生产或加工产生的全氟碳化物排放量相关的特定活动监测方法。

因此，欧盟碳排放交易体系下的电解铝设施不仅需要考虑并报告电解过程中电极消耗产生的二氧化碳排放量，还需要考虑电极生产产生的二氧化碳排放量。

附件四第7节还规定了与上述范围相关的二氧化碳排放量监测的具体要求，如下所述：

针对二氧化碳排放量的特定活动要求：监测

“经营者应采用第25条规定的质量平衡法测定原生铝生产或加工过程中产生的二氧化碳排放量。质量平衡法应考虑电极混合、成型、焙烧和回收过程中以及电解过程中电极消耗所产生的投入物、库存、产品和其他产出物中的所有碳。如果使用预焙阳极，可以分别对生产和消耗进行质量平衡计算，也可以在综合考虑电极生产和消耗的情况下进行一次共同质量平衡计算。对于连续自焙阳极电解槽，经营者应进行一次共同质量平衡计算。

对于燃烧过程产生的排放，经营者可以选择将其纳入质量平衡计算，或至少对部分源流采用第24条和本附件第1节规定的标准方法进行计算，避免遗漏或重复计算排放量。”

因此，欧盟碳排放交易体系明确要求采用质量平衡法来确定电解铝生产产生的二氧化碳排放量。对于预焙阳极的生产和消耗所产生的二氧化碳排放量，可以通过质量平衡计算分别确定，也可以只进行一次总体质量平衡计算。对于相关燃烧装置的排放量，经营者还可以选择将其排放量纳入质量平衡计算，或采用标准计算方法计算这种特定排放量。

《监测与报告条例》附件四第8节规定了全氟碳化物的所需范围，如下所述：

针对全氟碳化物排放量的特定活动要求：范围

“对于因阳极效应产生的全氟碳化物排放量（包括全氟碳化物的逸散排放量），经营者应采取以下措施。对于相关的二氧化碳排放量，包括电极生产产生的排放量，经营者应采用本附件第7节的规定。此外，经营者应根据行业最佳实践以及欧盟委员会为此目的发布的任何指南，采用估算法计算与阳极效应无关的全氟碳化物排放量。”

因此，经营者需要考虑全氟碳化物³³的逸散排放量以及因阳极效应³⁴产生的全氟碳化物排放量，并采用行业最佳实践或欧盟委员会指南来计算前者。第8节还规定了全氟碳化物排放量监测相关的更多具体要求，首先是：

针对全氟碳化物排放量的特定活动要求：监测

“应根据管道或烟囱中可测量的排放量（“点源排放量”）以及利用管道收集效率计算得出的逸散排放量，计算全氟碳化物排放量：

全氟碳化物排放量（总量）= 全氟碳化物排放量（管道）/收集效率

应在确定设施的特定排放因子时，测量收集效率。确定收集效率时，应使用《2006年IPCC指南》第4.4.2.4节所述3级中提及的最新版指南。

经营者应使用以下方法之一，计算通过管道或烟囱排放的四氟化碳和六氟乙烷：

(a) 方法 A：记录每个电解槽每日的阳极效应分钟数；

(b) 方法 B：记录阳极效应过电压。

随后，第8节规定了采用方法A（所谓的“斜率法”）测定因阳极效应产生的全氟碳化物排放量的相关要求，如下所述：

计算方法 A——斜率法：排放因子

四氟化碳的排放因子（斜率排放因子， SEF_{CF_4} ），表示每吨铝生产时每阳极效应分钟每槽日排放的四氟化碳量【千克】。六氟乙烷的排放因子（重量分数， $F_{C_2F_6}$ ）表示六氟乙烷排放量【吨】与四氟化碳排放量【吨】的比例。

1级：经营者应使用附件四本节表1中的特定技术排放因子。

2级：经营者应使用通过连续或间歇现场测量确定的四氟化碳和六氟乙烷的设施特定排放因子。确定这些排放因子时，经营者应使用《2006年IPCC指南》第4.4.2.4节所述3级中提到的最新版指南³⁵。排放因子还应考虑与非阳极效应相关的排放量。经营者应确定每个排放因子，最大不确定度为±15%。

经营者应至少每三年确定一次排放因子，或在设施会发生相关变化时提前确定。相关变化包括阳极效应持续时间的分布发生变化，或影响阳极效应类型组合或阳极效应终止程序性质的控制算法发生变化。

计算方法 A——斜率法：通用公式

经营者应使用以下公式，确定全氟碳化物排放量：

四氟化碳排放量【吨】 = $AEM \times (SEF_{CF_4}/1\,000) \times Pr_{Al}$

六氟乙烷排放量【吨】 = 四氟化碳排放量 × $F_{C_2F_6}$

³³在铝生产过程中，当电解槽槽罩不足以捕获电解槽产生的气体时，或者在打开槽门以停止阳极效应等人工干预过程中，会发生全氟碳化物逸散排放。

³⁴铝生产过程中，全氟碳化物的主要排放来自阳极效应（即电解槽中氧化铝含量过低时发生的临时工艺中断）。氧化铝短缺，迫使电解槽电压升高，导致熔融冰晶石电解槽中的氟与阳极中的碳发生反应，生成四氟化碳（ CF_4 ）和六氟乙烷（ C_2F_6 ）。这些产物就是排放的主要全氟碳化物。

³⁵参见：国际铝业协会：《铝业温室气体议定书》，2006年10月；美国环境保护署和国际铝业协会：《原生铝生产产生的四氟化碳（ CF_4 ）和六氟乙烷（ C_2F_6 ）排放量测量议定书》，2008年4月。

式中：

AEM = 阳极效应分钟数/槽日；

SEF_{CF_4} = 斜率排放因子【（千克四氟化碳/生产的每吨铝） / （阳极效应分钟数/槽日）】。如果使用不同类型的电解槽，可酌情采用不同的斜率排放因子。

Pr_{Al} = 原生铝年产量【吨】；

$F_{C_2F_6}$ = 六氟乙烷的重量分数（吨六氟乙烷/吨四氟化碳）

每个电解槽每日阳极效应分钟数表示阳极效应的频次（阳极效应发生次数/槽日）乘以阳极效应的平均持续时间（阳极效应分钟数/发生次数）：

AEM = 频次 × 平均持续时间

计算方法 A——斜率法：表 1

表 1（《监测与报告条例》附件四第 8 节）与斜率法活动数据相关的技术特定排放因子
（适用于经批准采用 1 级合规要求的情况）

技术	四氟化碳（CF ₄ ）排放因子（SEF _{CF₄} ） 【（四氟化碳（千克）/千吨铝×（阳极效应分钟数/电解槽每天））】	六氟乙烷排放因子（F _{C₂F₆} ） 【六氟乙烷吨数/四氟化碳吨数】
中间下料预焙（CWPB）	0.143	0.121
垂直插针连续自焙（VSS）	0.0092	0.053

《监测与报告条例》附件四第 8 节规定了与涉及阳极效应过电压测量的全氟碳化物计算方法 B 类似的一系列要求：

计算方法 B——过电压法：通用公式

如果测量了阳极效应过电压，经营者应使用以下公式确定全氟碳化物排放量：

四氟化碳排放量【吨】 = $OVC \times (AEO/CE) \times Pr_{Al} \times 0.001$

六氟乙烷排放量【吨】 = 四氟化碳排放量 × $F_{C_2F_6}$

式中：

OVC = 过电压系数（“排放因子”），表示每吨铝生产所消耗的每毫伏过电压排放的四氟化碳千克数；

AEO = 每个电解槽的阳极效应过电压【mV】，表示为（时间 × 高于目标电压的电压）除以数据收集时间（持续时间）；

CE = 铝生产的平均电流效率【%】；

Pr_{Al} = 原生铝年产量【吨】；

$F_{C_2F_6}$ = 六氟乙烷的重量分数（吨六氟乙烷/吨四氟化碳）

术语 AEO/CE （阳极效应过电压/电流效率）表示每平均电流效率【%】的时间积分平均阳极效应过电压【毫伏过电压】。

计算方法 B——过电压法：排放因子

四氟化碳的排放因子（“过电压系数”，OVC）表示每吨铝生产所消耗的每毫伏过电压【mV】排放的四氟化碳量【千克】。六氟乙烷的排放因子（重量分数， $F_{C_2F_6}$ ）表示六氟乙烷排放量【吨】与四氟化碳排放量【吨】的比例。

1 级：经营者应采用附件四本节表 2 中的特定技术排放因子。

2 级：经营者应使用通过连续或间歇现场测量确定的设施特定四氟化碳排放因子【四氟化碳千克数 /（吨铝 /（mV））】和六氟乙烷排放因子【吨六氟乙烷 / 吨四氟化碳】。确定这些排放因子时，经营者应使用《2006 年 IPCC 指南》第 4.4.2.4 节所述 3 级中提到的最新版指南。经营者应确定每个排放因子，最大不确定度为±15%。

经营者应至少每三年确定一次排放因子，或在设施会发生相关变化时提前确定。相关变化应包括阳极效应持续时间的分布发生变化，或影响阳极效应类型组合或阳极效应终止程序性质的控制算法发生变化。

《监测与报告条例》附件六第 3 节表 6
欧盟碳排放交易体系全球变暖潜能值

气体	全球变暖潜能值
一氧化二氮	265 吨二氧化碳当量/每吨一氧化二氮
四氟化碳	6,630 吨二氧化碳当量/每吨四氟化碳
六氟乙烷	11,100 吨二氧化碳当量/每吨六氟乙烷

最后，《监测与报告条例》附件四第 8 节要求通过应用《监测与报告条例》附件四第 3 节表 6 所列全氟碳化物的全球变暖潜能值，按照以下公式计算二氧化碳当量（CO₂(e)）排放量：

全氟碳化物排放量【吨二氧化碳当量】= 四氟化碳排放量【吨】× 四氟化碳全球变暖潜能值 + 六氟乙烷排放量【吨】× 六氟乙烷全球变暖潜能值

2. 案例研究：电解铝

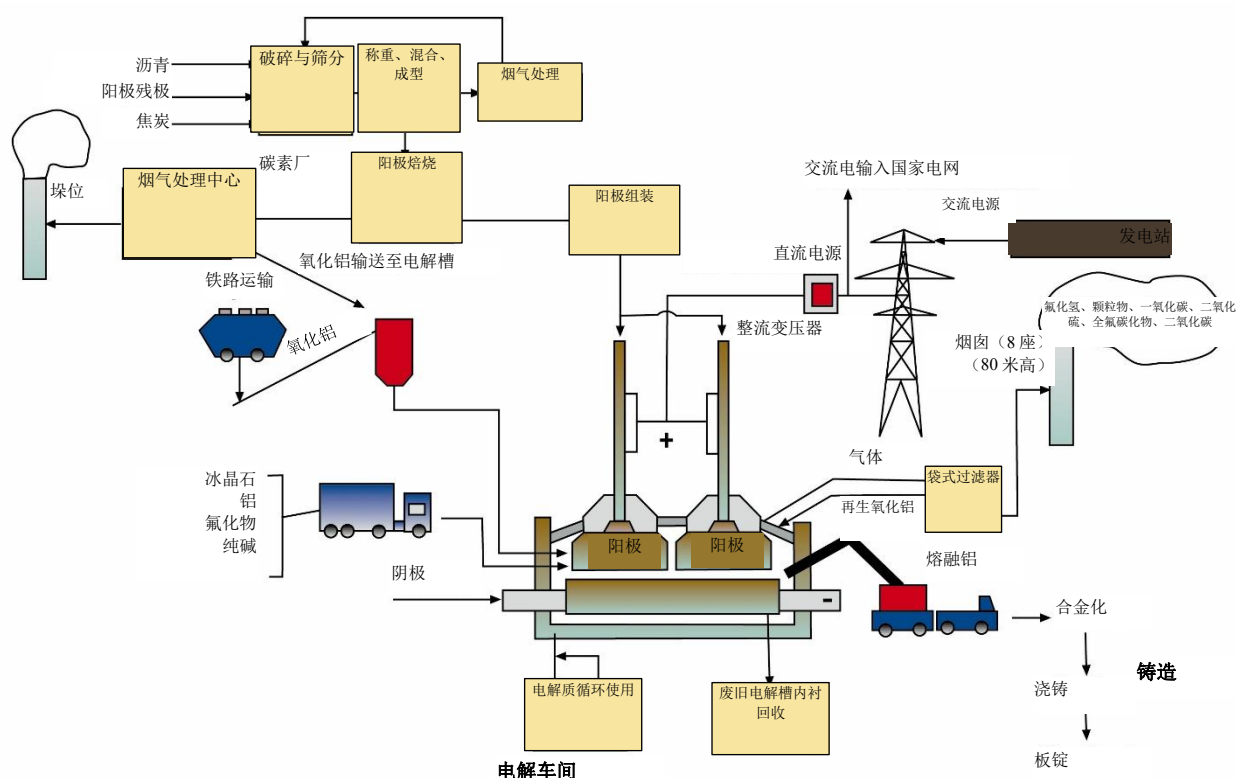
工艺流程与活动说明（如初始案例研究所述）

BIG AL 有限公司运营着一座符合欧盟碳排放交易体系要求的电解铝设施。其主要运营环节的示意图如下。

该设施设有 8 个电解车间，合计年产能为 20 万吨铝。氧化铝通过铁路运至该设施，其他原材料（包括现场阳极生产所需的焦炭和沥青）则通过公路运输供应。所有供应品在送达时均通过经校准的铁路和公路地磅称重，且所有交付货物都会进行代表性取样。取样和分析工作由第三方实验室完成。

电力来自邻近的一座热功率输入量为250MW的发电站。该铝冶炼厂是这座发电站的主要客户，发电站也会将其多余电力输入国家电网。发电站的主要燃料为烟煤，重质燃料油则用于点火和运行控制。

熔融铝从电解车间转运至专门区域进行合金化处理和浇铸。成品通过公路运输出厂。合金化和浇铸环节的加热需求由电力和轻柴油满足。



阳极焙烧炉同样以轻柴油为燃料。阳极生产中使用的沥青黏合剂会释放挥发性有机化合物，覆盖阳极所用的部分填充焦炭也会产生类似物质，这些物质燃烧后会产生额外二氧化碳。

电解车间和电化学槽运行产生的废气通过8个主烟囱排放。发电站设有独立的专用烟囱，阳极焙烧车间和铸造车间也各有专用烟囱。

该设施还使用少量轻柴油和液化石油气，为应急发电机和消防泵提供动力。

工厂办公室负责管理、质量控制以及控制室的运营工作。

补充说明（本案例研究第二部分的新增信息）

BIG AL 有限公司获准在欧盟碳排放交易体系下开展电解铝活动，邻近发电站作为直接相关活动纳入其中。该设施归入 C 类设施。

设施边界内设有储存区，用于堆放交付的燃料、原材料和生产的电极，还用于临时存放铝产品和其他回收材料（如阳极残极）和废料（如从电解质中回收的“阳极渣”）。

BIG AL 有限公司的电解铝生产全部使用预焙电极，这些电极在设施边界范围内现场生产。没有向其他设施出口多余电极。

该设施采用方法 A 计算全氟碳化物排放量，其监测计划在此基础上获得批准。这也符合四氟化碳和六氟乙烷排放因子采用最高层级（2 级，见上文“计算方法 A——斜率法：排放因子”文本框）的合规性要求。BIG AL 有限公司利用取样袋收集从电解槽提取气体的代表性样品，还对电解车间屋顶空间的环境空气进行取样（以评估全氟碳化物的逸散排放量）。然后，将取样袋送至第三方实验室，采用气相色谱-质谱法（GC-MS）进行分析。取样袋便于多点取样，电解槽废气和屋顶空间的相应通风速率有相应记录，因此可以确定全氟碳化物排放因子在±15%的最大允许不确定度范围内。尽管这是公认做法，但长期以来，BIG AL 有限公司一直抱怨称，他们的部分竞争对手获准对全氟碳化物使用 1 级缺省值，这使 BIG AL 有限公司处于商业劣势。该公司声称，按照 2 级确定全氟碳化物排放因子所需的取样和分析工作，每年让其花费 25,000 欧元。

确保实行有效数据管理和控制的总体责任已委托给 BIG AL 有限公司的环境、健康与安全（EHS）经理。此工作包括确保完成欧盟碳排放交易体系下的适当报告工作和组织所需核查。该设施的数据流和控制活动职责分离程序中，详细说明了不同数据组成部分的工作人员职责。这些数据将用于欧盟碳排放交易体系排放量的监测和报告。

该设施的收货办公室负责检查所有交付到现场的燃料和原材料是否正确接收，并保留相应记录。这些记录包括所有地磅和其他相关测量值的记录以及相应的采购订单和发票。销售办公室保存有关销售货物（包括发电站多余电力）的类似记录，中央物流团队组织并记录设施内物料的转移。各个电解车间经理负责向中央物流团队提供有关其铝（熔融铝）生产和电解槽性能（包括阳极效应）的信息。发电站、电极制造车间以及合金化和浇铸车间的经理也向中央物流团队报告相关货物数据。中央物流团队确保及时了解当前库存量和库存变动情况。

必要时，会将纸质记录上的数据手动输入设施的中央电子数据处理系统。同样，仪器校准和维护记录以及实验室分析数据也会输入中央电子数据处理系统。这有助于在必要的排放量计算和报告数据编制工作中做出尽可能多的协调。由一名高级环境官对为报告目的而汇编的数据进行确认交叉检查，包括基于其他确证数据源的合理检查。

环境、健康与安全经理负责确保参与各种监测、数据处理和质量保证活动的人员具备必要能力。所述人员包括承担运营职责、校准和维护职责的人员，以及参与管理外部服务（包括第三方实验室服务）的人员。根据需要为新员工和现有员工安排内部和外部培训，并将培训记录为员工个人发展计划的一部分。

3. 问题：

1. 根据工艺流程说明和下表，在监测和报告 BIG AL 有限公司的欧盟碳排放交易体系规定排放量时，该设施的各种投入物和产出物中哪些是相关源流？

投入物/产出物	与确定欧盟碳排放交易体系下温室气体排放量直接相关的“源流”（回答“是”或“否”）。
烟煤	
重质燃料油	
轻柴油	
液化石油气	
电力	
氧化铝	
冰晶石	
氟化铝	
纯碱	
熔融铝	
再生氧化铝	
回收电解质	
回收槽衬	
沥青	
焦炭	
生产的阳极	
阳极残极	
电极生产产生的烟气排放	
发电站产生的烟气排放	
铸造车间产生的烟气排放	
与应急发电机和消防泵相关的排放	
车辆燃料	
成品铝产品	
电解槽产生的气体排放	
其它？	

2. BIG AL 有限公司最好采用哪种方法来监测其二氧化碳排放量，以符合欧盟碳排放交易体系的要求？
3. 发电站是该设施的一部分，这一事实对上述最佳监测方法的采用是否有影响？
4. 发电站产生的部分电力被输出到铝冶炼厂设施边界外的国家电网，这一事实会如何影响该设施的报告排放量？
5. 在这种监测方法中，应如何处理消耗阳极（阳极残极）的回收？
6. 如何将全氟碳化物排放量的监测和报告要求纳入上述拟采用监测方法？
7. 监管机构（主管部门）可以向 BIG AL 有限公司提出哪些技术论据，说明为何在经批准监测计划中要求该公司按照 2 级（而非 1 级）要求监测全氟碳化物排放

量，以及该公司在全氟碳化物排放量计算中必须使用的四氟化碳和六氟乙烷排放因子？【该问题与“缺省值与实际值对比（缺省值的代表性）”跨行业培训课件相关】

8. 作为问题 7 的延伸，对于 BIG AL 有限公司按照 2 级要求确定全氟碳化物排放因子的技术可行性和成本，可以得出什么结论？成本是否超过收益，或者相反，收益是否超过成本？【该问题与“不合理成本与技术可行性以及分级方法”跨行业培训课件相关，假设该设施中与全氟碳化物相关的年均排放量达 140,000 吨二氧化碳当量，且（按照 2 级要求）对全氟碳化物进行取样和分析所产生的额外成本为每年 25,000 欧元】
9. BIG AL 有限公司应全面建立、记录、实施并维持与全氟碳化物取样和分析相关的哪些质量控制和书面程序？
10. 欧盟碳排放交易体系核查方应重点访谈 BIG AL 有限公司哪些最为关键的人员？需审核哪些最为重要的记录以及走访哪些最为核心的场所？

9. 师资培训集中培训阶段欧盟案例研究（第二部分）——含标准答案

本节承接第 08 节，汇总了案例研究第二部分相关问题的标准答案。

9.1. 欧盟案例研究第二部分：钢铁（含标准答案）

核算边界实操练习

问题 1：案例研究中的钢铁有限公司工厂将焦炉煤气用于满足自身生产需求，同时向隶属于另一家公司的邻近铸造厂输送焦炉煤气。案例研究中的钢铁有限公司工厂采用质量平衡法。在进行质量平衡计算时，案例研究中的钢铁有限公司工厂如何处理输出的焦炉煤气？

- A：因未用于本公司生产而忽略
- B：纳入钢铁厂的质量平衡计算中
- C：从焦炭生产投入物中剔除

问题 1 标准答案：纳入钢铁厂的质量平衡计算中（B）

问题 2：邻近铸造厂应如何处理购入的焦炉煤气？该公司采用标准算法。

- A：将购入的焦炉煤气纳入标准方法计算中
- B：因非本公司生产而忽略
- C：将这种煤气的排放因子视为零（因为其已被纳入案例研究中的钢铁有限公司的质量平衡计算中）

问题 2 标准答案：将购入的焦炉煤气纳入标准方法计算中（A）

监测/监测计划实操练习

问题 3：该钢铁厂（用于炼焦生产）的煤炭源流属于以下哪一类？

- A. 主要源流
- B. 次要源流
- C. 微量源流

问题 3 标准答案：A ——主要源流

- **微量源流：**燃料 / 物料流的年度排放量合计低于 1000 吨化石二氧化碳当量或低于设施年度排放总量的 2%（最高不超过 20,000 吨化石二氧化碳当量），以绝对值较大者为准。

- **次要源流：**燃料 / 物料流的年度排放量合计低于 5000 吨或低于设施年度排放总量的 10%（最高不超过 100,000 吨化石二氧化碳当量），以绝对值较大者为准。
- **主要源流：**不属于微量源流或次要源流类别的燃料 / 物料流。

问题 4：钢铁厂的活动数据与计算因子适用哪些层级？基于适用层级，应如何确定活动数据与计算因子？

你认为钢铁厂**煤炭源流**的监测适用哪些层级？

(i) 活动数据：

- A. 1 级：测量不确定度在 $\pm 7.5\%$ 以内
- B. 2 级：测量不确定度在 $\pm 5\%$ 以内
- C. 3 级：测量不确定度在 $\pm 2.5\%$ 以内
- D. 4 级：测量不确定度在 $\pm 1.5\%$ 以内

(ii) 计算因子（如排放因子）

- A. 1 级：基础（通用）缺省值
- B. 2 级：使用更具体的缺省值
- C. 3 级：根据钢铁厂所用煤炭的实际取样与分析结果确定相关因子

问题 4 标准答案：适用层级

该钢铁厂属于 **C 类设施**（年排放量 **>500,000 吨二氧化碳/年**），其煤炭源流为**主要源流**。

因此，案例研究中的钢铁有限公司工厂应按最高可行层级实施监测：

- 活动数据：4 级（D）
- 计算因子（如净热值与排放因子）：3 级（C）

应按照 $\pm 1.5\%$ 的最大允许不确定度监测活动数据。

计算因子应根据钢铁厂所用煤炭的取样和分析结果确定，并符合：

- 适用标准方法。
- 监管机构批准的取样计划。
- 使用按照 EN ISO/IEC 17025 标准获得认证的认证服务（仅可在主管部门批准的特定条件下使用未认证服务）。
- 适当分析频次。

问题 5：案例研究中的钢铁有限公司工厂声称无法达到要求的层级。该钢铁厂能否偏离煤炭源流的规定层级要求？

- A. 可以
- B. 不可以

若可以，该工厂必须提供关于设施的何种类型的证据与理由？

E. 向监管机构提交资料，证明达到规定层级在技术上不可行。

F. 向监管机构提交资料，证明达到规定层级会产生不合理成本。

G. 向监管机构提供符合要求的理由，证明达到规定层级在技术上不可行。

H. 向监管机构提供符合要求的理由，证明达到规定层级会产生不合理成本。

问题 5 标准答案：A——可能适用层级豁免

《监测与报告条例》第 26 条允许在以下情况偏离最高要求层级：

- 上一课件所述的次要源流和微量源流。
- 对于主要源流，经营者可为 C 类设施采用比要求层级低一级的层级，A 类和 B 类设施最多可低两级（最低为 1 级），但需向监管机构证明要求层级在技术上不可行或会产生不合理成本（标准答案：C/D）
- 此外，监管机构可在与经营者协商一致的过渡期内，允许经营者对主要源流采用更低层级（最低为 1 级），前提是需满足以下条件：
 - 经营者需向监管机构充分证明，要求采用的更高层级在技术上不可行或会产生不合理成本；并且，
 - 经营者需提交一份改进计划，明确说明将以何种方式、在何时达到更高层级。

《监测与报告条例》第 17 条和第 18 条分别规定了技术可行性和不合理成本的构成要素，欧盟委员会发布的配套指南文件对此亦有进一步说明。

质量平衡/标准计算实操练习

问题 6：案例研究中的钢铁有限公司工厂利用废气（焦炉煤气、高炉煤气及转炉煤气）发电。该公司为综合钢铁厂采用质量平衡法。该公司的发电业务应采用质量平衡法还是标准计算法？

问题 6 标准答案：发电厂及辅助发电机组的燃烧排放被视为独立燃烧活动（依据第 2003/83/EC 号指令附件一的定义），可采用标准方法来监测排放量（**但将燃料纳入质量平衡计算中的情况除外**）。在本案例中，废气已纳入钢铁厂质量平衡法的核算范围。因此发电燃料应作为质量平衡计算的组成部分。

问题 7：假设案例研究中的钢铁有限公司工厂还涉及电弧炉工艺，该工艺配套有一座以天然气为燃料的热电联产（CHP）装置。该公司同样为电弧炉工艺采用质量平衡法。该公司的热电联产发电业务应采用质量平衡法还是标准计算法？

问题 7 标准答案：该设施包含**两个独立运行的单元**：燃气热电联产装置，以及非一体化钢铁生产厂（电弧炉工艺）。此类情形适合综合采用基于计算的方法：

- 热电联产装置：标准方法；源流：天然气（为简化核算，可将所有天然气流统一纳入此处，包括属于钢铁厂的天然气流）。
- 钢铁厂：质量平衡法；源流：投入物：废钢、生铁、合金成分；产出物：产品、炉渣。

取样与分析实操练习

问题 8：案例研究中的钢铁有限公司工厂计划用终端用户产生的塑料废弃物替代部分高炉用焦炭。这会对取样计划产生何种影响？该方法是否会更加耗时？请绘制取样方法示意图。

问题 8 标准答案：

在本案例中，建议经营者仔细研读相关标准文件，制定透明化的取样计划以及相应操作流程。为制定合理的取样方案，也可咨询委托执行分析的经认证实验室。

鉴于塑料废弃物具有非均质性，**取样计划需更精细：增加样品数量、增加样品均质化环节。**

取样计划的关键环节：需通过多轮连续操作完成取样：首先，从塑料废弃物料堆中取样，将其混合后形成新样品；随后，缩减塑料废弃物粒径，抽取（更小的）新样品，再次混合样品并进一步缩减粒径；反复如此操作，直至获得可供实验室分析的最终样品。物料的非均质化程度越高、单个废料块体越大，该流程所需的工作量就越大。

质量保证和质量控制实操练习

问题 9：可采取哪些（主要）措施来降低钢铁厂数据流中存在的风险（控制活动）？

可以采取哪些主要措施来缓解皮带秤称量煤炭不准确带来的风险？

问题 9 标准答案：

钢铁厂控制活动示例

- 测量设备的校准与维护（皮带秤：防止产生测量误差的关键控制活动，但并非唯一控制活动）。
- 燃料核算数据库及用于排放量监测的其他信息技术系统的质量保证。
- 数据流活动的书面程序。
- 为相关人员提供排放量核算方面的高效培训。

- 原始数据确认。
- 遵循“四眼原则”。
- 妥善保存记录。
- 工艺控制设备和电子数据表的质量控制。
- 数据修正。

问题 10：如果控制主要风险的活动（即控制活动）并未有效地发挥作用，会带来什么风险？皮带秤质量保证方面的控制风险有哪些？

- A. 未及时进行内部审计。
- B. 未制定皮带秤操作人员接班计划。
- C. 未执行维护计划。
- D. 未进行测量读数。

问题 10 标准答案：

钢铁厂控制风险示例

- **A. 未按时完成内部审计。**
- **B. 未制定接班计划。**
- **C. 未遵循维护计划或未执行校准（皮带秤质量保证的关键控制风险）。**
- 忽视规程。
- 仅一名人员知晓如何开展特定活动。
- 执行校准工作的人员不合格。
- 信息技术系统和电子数据表缺少自动控制或无法正常使用。
- 操作设备和信息技术系统发生变更。

关于核查的实操练习

问题 11：如我们所知，核查是一种基于风险的方法。核查方会优先检查设施数据流活动中风险最高的数据流环节。核查方会分析评估数据流中的风险（固有风险）以及质量控制体系未能有效运行的风险（控制风险）。分析结果将决定核查的详细程度与重点内容，明确核查方的核查优先级。

请为案例研究中的钢铁有限公司工厂指出两个风险最高的领域（活动、排放因子等），这些风险与工厂相关（包括使用塑料废弃物替代该公司高炉中使用的焦炭）。

问题 11 标准答案：

【参见“表 2 案例研究中的钢铁有限公司与《欧盟碳排放交易体系指令》附件一所述‘铁或钢的生产（初级熔炼或二级熔炼），包括连续铸造，产能超过每小时 2.5 吨’活动相关的源流”】。

源流	投入物—I / 产出物—O	标准方法	质量平衡法
高炉			
铁矿石	I		x（可能为主要源流）
烧结矿	I		x（可能为主要源流）
焦炭	I	x（可能为主要源流）	x（可能为主要源流）
石灰石	I	x（可能为主要源流）	x（可能为主要源流）
熔剂（氧化钙或白云石）消耗量	I	x（可能为次要源流）	x（可能为次要源流）
铁水	O		x（可能为主要源流）
高炉煤气	O		x（可能为主要源流）
炼钢转炉			
铁水	I		x（可能为主要源流）
废铁	I		x（可能为主要源流）
转炉煤气	O		x（可能为主要源流）
钢材	O	x（可能为主要源流）	x（可能为主要源流）

核查方识别的潜在最高风险可能涉及：

- 焦化工艺用煤量。
- 不同主要源流的库存变化（参见表中示例及自学阶段的案例研究答案）。
- 高炉添加塑料废弃物相关的排放因子

注：对于塑料废弃物占比 10%的排放因子，其不确定度可能显著增高，达到与高炉进料主体（焦炭）相当的不确定度水平。

9.2. 欧盟案例研究第二部分：水泥（含标准答案）

本部分包含第 8.2 节中水泥案例问题的标准答案。

问题与标准答案

全体学员讨论第一阶段问题

1. 水泥生产厂（CEMA）已与核查方签订合同，委托核查方核查其设施排放报告。为评估水泥设施的核算边界，核查方需要哪些信息？

核查方需获取特定信息，以便核查排放报告。无论涉及哪个行业，所需信息均包括：

- 设施的监测计划与许可证。
- 报告期内设施的排放报告及变更记录。
- 与主管部门的往来函件，特别是关于监测计划审批及监测计划重大变更的函件。
- 经营者必须建立并实施的风险评估。该风险评估需明确数据流中的风险及质量控制措施失效的风险。
- 为缓解数据流风险而确立并实施的质量控制活动。
- 设施经营者依据《监测与报告条例》建立并实施的规程，包括但不限于：确保监测计划与源流完整性的程序、避免出现数据缺口的程序、取样与分析程序。

针对本次水泥行业专项案例研究，核查方还需获取以下相关信息：

- 数据流、源流、堆存位置及移动记录；
- 测量设备（地磅、秤重仪、气体计量表等）；
- 排放源，如水泥窑炉、发电机、消防泵、丙烷预热器、熟料冷却机；
- 开展关联活动的位置（水泥筒仓、破碎设备、输送带）；

《认证与核查条例》第 10 条要求设施经营者向核查方提供核查所需信息。如需了解更多信息，参见解释性指导文件中有关核查的第 3.2 节。

2. 请考虑与水泥生产设施（CEMA）排放量监测和报告相关的各种源流。案例研究中概述的监测计划是否涵盖了所有燃料和材料？若未涵盖，核查方应采取何种行动？

水泥行业经营者必须核算设施内所有排放源和源流。这包括但不限于以下内容：

- 原料中石灰石的煅烧；
- 窑炉使用的常规化石燃料（天然气、煤炭、石油焦）；
- 替代性化石燃料窑炉的燃料与原料；
- 窑炉生物质燃料（生物质废弃物），例如本案例中的污泥颗粒；
- 石灰石与页岩的有机含量；
- 用于废气洗涤的原料；
- 非窑炉燃料，如轻柴油和液化石油气。

该设施还存在与水泥熟料生产无明确关联的燃料，例如发电机和消防泵使用的燃料，以及经批准监测计划中未涵盖的燃料。欧盟碳排放交易体系覆盖的所有源流必须纳入监测计划，详细说明源流类别、源流预估排放量、源流相关行业活动、排放点以及用于测定源流排放量的测量设备。

有关源流及其与排放源关联的信息示例

源流编号 F1、F2...	源流名称	源流类型	活动编号	排放源编号	排放点编号
F1	煤	燃烧：固体燃料	A1：燃烧	S1, S2, S3	EP1（堆栈）
F2	重质燃料油	燃烧：其他气体燃料和液体燃料	A1：燃烧	S1, S2, S3	EP1（堆栈）
F3	轻柴油	燃烧：其他气体燃料和液体燃料	A1：燃烧	S4, S5, S6, S8,	
F4	腰果油	燃烧：其他气体燃料和液体燃料	A1：燃烧	S1, S2, S3, S4,	

源流编号 F1、F2...	源流（名称+类型）	估计排放量【每年二氧化碳当量】	可能类别	选定类别
F1	煤炭：燃烧：固体燃料	2 755 000	主要源流	主要源流
F2	重质燃料油：燃烧：其他气体燃料和液体燃料	30 000	次要源流	次要源流
F3	轻柴油：燃烧：其他气体燃料和液体燃料	5 000	微量源流	微量源流
F4	腰果油：燃烧：其他气体燃料和液体燃料	1 000	微量源流	微量源流

本案例中，内部实验室工作场所以柴油为燃料的便携式加热器未包含在经批准监测计划内。该便携式加热器属于固定燃烧装置，不应视为运输工具。这意味着便携式加热器属于欧盟碳排放交易体系范围，必须纳入核算边界。因此必须更新监测计划，以补充缺失的源流。

核查过程中，核查方需检查源流的完整性，包括次要源流和微量源流。当核查方发现存在缺失源流时，应指导经营者向主管部门申请获得批准。即使排放源规模较小，新增燃料和排放源仍构成对监测计划的重大变更。监测计划的重大变更需经主管部门批准。此规定可避免对监测计划作出随意修改。

小组讨论问题

- 水泥生产厂（CEMA）旁边有一座隶属于 A 公司的发电厂。CEMA 正在扩大生产规模，需要额外电力来运行水泥窑炉。A 公司将发电厂出售给 CEMA 设施的所有者，CEMA 经营者接管了发电厂的运营和功能控制权。接管后，发电厂通过高压输电线路向水泥生产厂（CEMA）提供部分电力。发电厂进行燃烧活动，每年产生 2,000,000 吨二氧化碳排放量，通过连续排放监测系统测量温室气体浓度和烟气流量来确定排放量。发电厂拥有三台 530MW 的双联机组，燃烧煤炭、重质燃料油和固体/液体生物质，为蒸汽轮机提供动力；此外，还有三台单机容量为 17.5MW 的小型涡轮机，以轻柴油（柴油）或生物液体为燃料运行。煤炭是主要源流，其他燃料为次要源流或微量源流。在为所有三台 530MW 涡轮机服务的烟囱内，均安装了连续排放监测系统。假设在三台 530MW 涡轮机中，每台均排放超过 500,000 吨二氧化碳。在烟囱内安装连续排放监测系统（CEMS）之前，已根据 EN 15267-3 标准对该测量系统进行了校准和测试，以证明其潜在适用性。该设施制定了程序，确保每五年进行全面校准和测试。此外，还至少每年进行一次小规模校准检查；按照 EN 14181 标准的规定，可能还需要增加校准检查频次。在今

天上午（第 3 天）的跨行业议题讲解中，已就不确定度和不确定度评估进行了介绍。请在小组讨论中回答以下问题：

- a. 水泥生产厂中测量不确定度的来源有哪些？请列举五个最显著的不确定度来源。

水泥设施采用基于计算的方法的相关不确定度主要来源包括：

- 燃料消耗测量的不确定度。例如：测量仪器安装不当、未定期校准或维护测量设备（如地磅）、测量仪表漂移影响测量不确定度等情况。
- 计算因子（如净热值、排放因子）取样与分析的不确定度。

不确定度主要来源不应超过对应要求层级的规定不确定度水平。本案例研究中，水泥窑炉进料测量的规定不确定度水平涉及以下几方面：

- 水泥窑炉进料测量的不确定度（方法 A 最高层级的允许不确定度水平为 $\pm 2.5\%$ ）。
- 水泥窑炉粉尘（CKD）或旁路粉尘测量的不确定度（最高层级的允许不确定度水平为 $\pm 7.5\%$ ）。
- 非碳酸盐原料测量的不确定度（最高层级的允许不确定度水平为 $\pm 7.5\%$ ）。

原则上，不确定度规则必须分别适用于每种相关的含碳窑炉投入物，避免因返料或旁路物料产生重复计算或遗漏问题。

发电厂采用的连续排放监测系统，其测量不确定度的主要来源包括但不限于以下几方面：

- 发电厂烟囱内连续测量温室气体浓度和烟气流量的不确定度（因涡轮机是主要排放源，所以按照 C 类设施允许的不确定度水平 2.5%）；
 - 不确定度与温室气体浓度和烟气流量的测量值相关；
 - 请注意，如果发电厂中的某些燃料未与烟囱关联起来，则可能需要单独测量。
- b. 针对发电厂安装的连续排放监测系统，需要进行何种形式的不确定度评估，以确保不超过允许的不确定度水平？（请参考基础培训材料）

需针对温室气体浓度与烟气流量测定中的不确定度，进行不确定度评估。

- 与基于计算的方法的不确定度类似，此处不确定度涉及 95% 置信区间。
- 不确定度评估的计算方法是，将综合标准不确定度（即温室气体浓度和烟气流量每小时平均值的不确定度）乘以覆盖因子 2，得到扩展不确定度。
- EN 14181 标准中涵盖了连续排放监测系统所需不确定度评估的关键要素（包括一级质量保证、二级质量保证、三级质量保证的应用以及年度监督测试）。

更多指导信息，参见第 0 节。

4. 请在小组中讨论以下两个问题：

- a. 水泥生产厂按照 ISO 1988 标准对每批煤炭或石油焦采样，并由外部实验室分析所有样品。送往经认证实验室的两个样品被污染，导致分析结果无效。

- 这种情况是否构成数据缺口？
- 如何填补该数据缺口？

导致分析结果无效的污染样品属于数据缺口。针对数据缺口问题，可采取多种解决方案。应采用最精确的方法：

- 对于留存样本，其替代数据可直接用作同一核算层级的替代数据，且不会影响数据质量。无需设置安全裕度。
- 设施经营者可利用实验室分析结果补填缺失分析数据，但此类数据的不确定度可能高于原始数据源对应的核算层级。此时，使用以下公式填补数据缺口：

$$D_t = S + S * (U_s - U_p)$$

式中：

D = 用于排放报告的数据。

S = 替代数据。

U_s = 辅助系统的量化不确定度（本案例中，指实验室分析结果的不确定度）。

U_p = 未受干扰的主系统的量化不确定度。

- 可采用缺省值（例如：适用于 2a 级的缺省值、国家清单中的缺省值等）。此方案仅适用于基于计算的方法。此时，计算公式为：

$$D_r = S + U_L$$

式中：

D_r = 用于报告的数据。

S = 法规或指南规定的缺省值。

文献 U_L = 同一数据源指明的不确定度。

- 使用历史记录时，计算公式为：

$$D_r = S + 2 * s$$

D_r = 用于报告的数据。

S = 根据统计数据或历史记录推导出的替代数据。

安全裕度为 2。

s = 历史记录的标准偏差。

关于存在数据缺口的可能情景及可选用的数据缺口填补方法，更多详情请查阅欧盟委员会官网发布的以下指南文件：

https://climate.ec.europa.eu/document/download/a9bc5a01-2ffa-4c57-88a2-9ad5e6e8072f_en?filename=cf_tf_monitoring_workingpaper_datagaps_en.pdf

- b. 连续排放监测系统发生故障，导致一周数据丢失。水泥设施可采取何种措施来填补数据缺口以及防止再次发生类似情况？

温室气体浓度存在缺失数据。填补这些缺失数据时，必须通过累加整个报告期内的平均浓度与两倍标准偏差来计算替代值。对于温室气体浓度以外其他参数的缺失数据，需通过能量平衡或质量平衡计算来采用替代值。必须验证此替代结果，以确保不超过规定的不确定度水平。连续排放监测系统的数据缺口处理方法由《监测与报告条例》予以规范，并纳入 EN 14181 标准。必须向主管部门报告存在缺失数据的情况。此外，必须实施相应程序，确保避免出现数据缺口。

全体学员讨论的问题

5. CEMA 数据流的关键方面是什么？数据流（如数据处理）过程中存在哪些主要风险（也称为“固有风险”）？

固有风险与数据流核心要素（如涉及数据收集、处理和汇总的工具或活动）的设计和实施有关。考虑固有风险时，没有考虑到缓解这些风险的控制活动所产生的影响。

《认证与核查条例》（第 3 条第 16 款）中的固有风险定义

固有风险系指在考虑任何相关控制活动的影响之前，年度排放报告中某个参数产生错报的可能性，这种错报可单独构成或与其他错报合并构成重大错报。

固有风险示例包括：

- 数据流复杂性。存在多种燃料以不同组合方式在不同时间使用。
- 数据集不完整风险，例如装运清单是否完整、采购部财务记录与交付量是否匹配、存在遗漏源流；
- 各源流或排放源相关排放量的关联性与比例规模。源流方面：煤炭和石油焦等主要源流的规模远大于污泥颗粒、煤油等微量源流。因此，这些主要源流中出现的任何误差等问题，对申报排放量产生的影响更大，其固有风险所造成的后果也更为显著。必须核查源流分类（主要源流、微量源流和微量源流）；
- 因缺乏部分控制措施，导致存在取样不完整风险。
- 测量读数不正确风险。
- 经营者运营复杂性：包括所用排放源和源流的数量。
- 液体燃料相关的额外风险，特别是经营者申报采用零排放因子时；还需核实消耗的化石燃料与非化石燃料之间的能量平衡结果是否与申报的二氧化碳平衡结果相匹配；

- 废旧轮胎排放因子的缺省值错误；
- 库存余额不准确风险（例如，年度间库存调整意味着上年期末余额与记录的本年期初余额不匹配）；
- 样品未分析风险、遗忘送检样品风险、非代表性取样风险、样品送至实验室时未全程受控的风险（监管链）；
- 取样不正确和/或样品不能代表所消耗燃料；
- 人工数据传输。

为了确定固有风险的严重程度，必须考虑错报和不符合项的可能性，以及它们可能对报告数据产生的重大影响。因此，涉及单个源流或排放源的排放量的相关性和比例大小非常重要。如果源流的数量、性质和复杂性较大，可能会增加核算过程的规模和复杂性以及相关固有风险。最大排放源流存在高风险产生的影响大于较小排放源流存在高风险的影响。

6. 为缓解 CEMA 数据流中的风险，关键控制活动有哪些？这些控制活动无法有效运行时，会带来什么风险？

此案例中的关键控制活动包括：

- 对地磅及其他所用仪表进行校准和维护。
- 过程控制设备和电子表格的质量控制。
- 由第二人复核工作人员的数据处理结果（“四眼原则”）。
- 通过合理性检查对数据进行核查并纠正错误。
- 外包活动质量检查（例如：外部实验室是否获得认证，结果是否合理）。
- 信息技术系统中的自动控制。
- 将关键及独立职责分配给 CEMA 工作人员，并确保其具备相应能力。
- 数据文件记录。
- 取样程序和方式中的安全措施。

由于大量数据转移依赖人工操作且现有控制活动可能存在缺陷，在确保控制措施有效运行方面，存在多重风险。

- 校准频次低或校准间隔时间长。
- 尚不明确工厂制定的校准指导书是否符合国际标准与行业惯例。
- 缺乏人员继任计划。

- 测量数据的内部审核频次低于固有风险所需频次。
- 缺乏监测源流完整性的程序。

7. 针对 CEMA，可采取哪些措施来缓解控制风险？

经营者可能已制定相关程序，但这些程序可能需要改进：

- 完善确保源流完整性以及监测计划和取样计划适宜性的程序。
- 完善人员能力管理程序。
- 完善取样和监测程序。
- 完善数据记录 and 文件记录程序。
- 制定外包活动管理程序。
- 定期更新监测计划。

8. 数据流中的风险和控制活动如何影响核查过程中的检查类型和详细程度？

风险分析的核心是识别、评估、量化和管理两类风险，即固有风险和控制风险。核查方需要根据对这两类风险的评估来确定核查活动的性质、时间和深度，并通过核查活动将核查风险降低至可接受的低水平，以便出具核查报告，并合理保证经营者的报告不存在重大错报。（也就是说，他们需要做足工作，以便对测试结果和结论充满信心）。

核查方在评估固有风险和控制风险时，还会考虑这些风险的严重程度，就以下方面将这些风险分为高、中、低风险：

- 这些风险导致重大错报的可能性以及这些风险对报告数据产生的影响（例如，引起排放的主要因素可能是什么，哪些数据点代表报告排放总量中相当大的一部分），以及
- 在控制活动可能无法正常进行时（特别是在异常情况下）可能出现重大错报的风险（控制风险）。

本案例研究中的风险将引导核查方关注以下内容：

- 主要源流：煤炭和石油焦，但不应忽视规模较小的源流；
- 控制活动的测试（例如：重点关注人工数据转录以及任何涉及人为操作的环节，如人工交叉检查、人工数据录入等）；
- 与生物质相关的检查；
- 测量设备、校准和测量结果的检查；
- 实验室及相关人员能力的检查（取决于实验室类型）；
- 废物衍生燃料的取样和分析；

- 二氧化碳计算采用的数据库和电子表格（信息的正确性以及所采用的计算方法）。

9. 核查方将如何检查案例研究所述的经营者不确定度评估和数据缺口？

核查方不会进行全面的不确定度评估。全面的不确定评估由设施经营者负责。在核查过程中，核查方将执行以下检查：

- 检查是否已达到要求的不确定度水平。
- 对数据进行特定交叉检查，并识别数据中的不确定度。
- 检查不确定度评估中输入数据的有效性，但不对不确定度评估的计算结果进行验证。

评估数据缺口时，核查方将首先核查是否确实存在数据缺口（数据是否可通过其他来源替代、是否可重建数据、是否可通过历史数据外推生成排放数据）。

若存在数据缺口，核查方将检查设施是否采用经主管部门批准的方法来确定用于填补数据缺口的替代数据：

- 若方法经主管部门批准，核查方将检查该方法是否正确使用、是否适用于特定情况（例如：该方法是否覆盖数据缺口时段、是否涵盖数据缺口范围、是否适用于填补此特定数据缺口）。
- 若用于填补数据缺口的方法未经主管部门批准，核查方将检查该方法是否导致排放数据的保守估算（未低估排放量），以及是否对报告数据产生实质性影响。此类情况下，核查方不仅会检查该方法的应用是否导致超出重要性水平的错报（重要性定量评估），还会根据具体情况判断该错报是否为重大错报（重要性定性评估）。

核查方还会检查经营者为避免再次出现数据缺口而实施的操作程序。核查方将核查相关程序是否已建立、是否得到执行、记录和维护，以及该程序是否足够完善，能够有效缓解数据流中出现错报的风险以及控制活动失效的风险。

10. 用于称量燃料和添加剂的地磅未按照工厂制定的《作业指导书》进行校准，导致读数存在不确定度。核查方应在核查报告中如何报告此问题？这种情况在核查后应如何跟进？

根据不确定度增加对报告数据产生的影响，可采取多种应对措施。无论何种情况，地磅未按规定校准均属于违规行为：

- 违反监测计划（因监测计划描述中通常会明确规定测量设备的校准频次）；
- 违反《监测与报告条例》（因条例要求定期校准）。

核查方可提出改进建议，要求经营者完善程序与《作业指导书》。核查方仅可建议经营者需作出此类改进，不得建议具体改进方式。否则，核查方可能在核查期间变相提供咨询服务，这样做会对核查公正性构成不可接受的风险。

9.3. 欧盟案例研究第二部分：铝（含标准答案）

3 问题：

1. 根据工艺流程说明和下表，在监测和报告 BIG AL 有限公司的欧盟碳排放交易体系规定排放量时，该设施的各种投入物和产出物中哪些是相关源流？

投入物/产出物	与确定欧盟碳排放交易体系下温室气体排放量直接相关的“源流”（回答“是”或“否”）。
烟煤	是
重质燃料油	是
轻柴油	是
液化石油气	是
电力	否（非含碳流）
氧化铝	否（非含碳流）
冰晶石	否（非含碳流）
氟化铝	否（非含碳流）
纯碱	否（非含碳流）
熔融铝	否（非含碳流）
再生氧化铝	否（非含碳流）
回收电解质	是，可能存在阳极渣/碳化铝/碳粉/石墨颗粒
回收槽衬	是，但关注频次较低，且需避免重复计算
沥青	是
焦炭	是
生产的阳极	是
阳极残极	是，但需避免重复计算
电极生产产生的烟气排放	否，属于排放源而非源流
发电站产生的烟气排放	否，属于排放源而非源流
铸造车间产生的烟气排放	否，属于排放源而非源流
与应急发电机和消防泵相关的排放	否，属于排放源而非源流
车辆燃料	否（移动车辆排放依据欧盟碳排放交易体系规定予以排除）
成品铝产品	否
电解槽产生的气体排放	否，但属于全氟碳化物的排放源
其它？	覆盖阳极的沥青和填充焦炭产生的挥发性有机物在阳极焙烧炉中燃烧（排放量计入“生产的阳极”项下）。

重申欧盟碳排放交易体系对“源流”和“排放源”的定义：

“源流”系指：

- a) 因其消耗或生产而在一个或多个排放源处产生相关温室气体排放量的特定类型燃料、原材料或产品；或
- b) 若采用符合《监测与报告条例》第 25 条所述的质量平衡法，则源流系指：
 - (i) 含碳的特定类型燃料、原材料或产品；或
 - (ii) 转移的二氧化碳。

“排放源”系指排放相关温室气体的设施中可单独识别的部分或设施内的某个工艺流程。

2. BIG AL 有限公司最好采用哪种方法来监测其二氧化碳排放量，以符合欧盟碳排放交易体系的要求？
- A. 采用《监测与报告条例》第 24 条规定的标准算法进行监测。
 - B. 采用《监测与报告条例》第 25 条规定的质量平衡法进行监测。
 - C. 采用《监测与报告条例》第 40 条规定的基于测量的方法（连续排放监测系统）进行监测。
 - D. 针对不同的排放源和源流，综合采用标准算法、质量平衡法和基于测量的方法进行监测，确保排放量无遗漏或重复计算（符合《监测与报告条例》第 21 条第 2 款的规定）。

正确答案是选项 B。

- 《监测与报告条例》第 21 条第 3 款要求：若该条例附件四规定了特定行业监测要求，则须采用该要求。
 - 《监测与报告条例》附件四第 7B 节明确规定：原生铝生产或加工过程产生的二氧化碳排放量须采用第 25 条所述的质量平衡法进行特定活动监测。
3. 发电站是该设施的一部分，这一事实对上述最佳监测方法的采用是否有影响？
- A. 否，根据《监测与报告条例》附件四第 7 节的规定，若要计算二氧化碳排放总量，仍须采用质量平衡法。
 - B. 是，经营者目前可以采用基于标准计算的方法来测定二氧化碳排放总量。

- C. 否，为遵守《监测与报告条例》附件四第 7 节的规定，仍须采用质量平衡法，但经营者可选择将燃烧相关排放量纳入质量平衡计算，或使用标准方法进行测定。

正确答案为选项 C。

《监测与报告条例》附件四第 7B 节第二段规定：

“对于燃烧过程产生的排放量，经营者可以选择将其纳入质量平衡计算，或至少对部分源流采用第 24 条和本附件第 1 节规定的标准方法进行计算，避免遗漏或重复计算排放量。”

4. 发电站产生的部分电力被输出到铝冶炼厂设施边界外的国家电网，这一事实会如何影响该设施的报告排放量？

- A. BIG AL 有限公司需要报告的排放量不受影响。
- B. 是，经营者目前可以采用基于标准计算的方法测定二氧化碳排放总量。
- C. BIG AL 有限公司必须单独报告与外输电力相关的排放量。

正确答案为选项 A。

《监测与报告条例》附件四第 1 节确认：

“经营者应将设施内燃料燃烧产生的全部排放量计入该设施，无论是否向其他设施输出热能或电力。经营者不得将从其他设施输入的热能或电力生产相关的排放量计入输入设施。”

5. 在这种监测方法中，应如何处理消耗阳极（阳极残极）的回收？

- A. 回收用于制造新的阳极时，作为新的碳投入物纳入质量平衡计算。
- B. 从初始使用环节中提取时，作为碳产出物纳入质量平衡计算。
- C. 从初始使用环节中提取时，作为碳产出物纳入质量平衡计算；并且，在回收用于制造新的阳极时，又作为新的碳投入物纳入质量平衡计算。

正确答案为选项 C。

选项 A 可能导致同一碳投入物被重复计算。选项 B 虽能正确核算废阳极中的残留碳，但未能反映其重新投入新阳极制造的过程。

6. 如何将全氟碳化物排放量的监测和报告要求纳入上述拟采用监测方法？

- A. 作为根据《监测与报告条例》附件四第 7 节（用于测定原生铝生产或加工过程中二氧化碳排放量的特定活动监测规则）确定排放量的整体质量平衡法的组成部分。
- B. 作为单独的质量平衡测定。
- C. 作为单独要求，与根据《监测与报告条例》附件四第 7 节测定的二氧化碳排放量无关。

正确答案为选项 C。

《监测与报告条例》附件四第 8 节中，针对原生铝生产或加工过程中产生的全氟碳化物排放量监测（监测不采用质量平衡法）规定了单独的特定活动要求。

7. 监管机构（主管部门）可以向 BIG AL 有限公司提出哪些技术论据，说明为何在经批准监测计划中要求该公司按照 2 级（而非 1 级）要求监测全氟碳化物排放量，以及该公司在全氟碳化物排放量计算中必须使用的四氟化碳和六氟乙烷排放因子？

该问题与“缺省值与实际值对比（缺省值的代表性）”跨行业培训课件相关，旨在供各小组初步讨论，然后听取小组发言人的反馈意见。

标准答案会结合师资培训计划基础培训阶段提供的相关内容，对比分析采用设施特定测定得出的计算因子与使用缺省值的优缺点，具体包括：

采用特定测量设施得出计算因子的优缺点。

优点：

- 更契合实际消耗的燃料与物料（以及燃料与物料的批次）。
- 更适配特定产品及实际排放情况。
- 假定测定具有代表性，实际测量数据通常精确度更高，因此能显著提升报告排放量数据的可信度。
- 企业可降低超额报告排放量及过度清缴配额的风险。
- 实际测量能提升测量方法及碳排放交易体系的可信度。

缺点：

- 实际测量需投入更多精力与资源（管理、技术、人力、时间及设备成本）。
- 可能需要专业的外部第三方服务机构参与。
- 相较于使用缺省值，可能产生额外费用。
- 实际测量并非始终可行（例如，测量位置无法接近或存在危险）。
- 代表性取样与分析可能难以实现（例如，大量使用废旧轮胎的情况）。

采用缺省值的优缺点

优点：

- 便捷性——可直接采用现成数据（如有）。
- 简易性——减少或无需配套专业设备和/或具备取样分析专业知识。
- 简化数据处理——降低排放量计算数据流中的管理及人为错误风险。
- 降低成本。

缺点：

- 缺省值的（时间和空间）代表性通常较弱——燃料或物料流的非均质性越高，缺省值的代表性越弱。
- 缺省值的准确度几乎总是低于通过实际测量确定的因子。
- 不准确性可能导致相较于实际排放量的超额报告以及超出必要配额的过度清缴。也可能成为漏报和配额清缴不足的重要诱因。
- 采用不当因子会带来以下声誉风险：（i）影响公众对企业报告排放量的信任度；（ii）损害碳排放交易体系的完整性与公信力。

此外，标准答案应明确欧盟碳排放交易体系《监测与报告条例》中设施类别与源流类别划分的相关性，具体如下：

适用层级：《监测与报告条例》第 26 条（基于计算的方法）。

- 根据适用于主要源流和次要源流的基于计算的方法确定相关层级时，经营者必须：
 - 对于 B 类和 C 类设施，采用《监测与报告条例》附件二规定的最高层级。
 - 对于 A 类设施（或商业标准燃料的计算因子），至少采用《监测与报告条例》附件五中列出的“最低层级”。
- 但是：
 - 对于主要源流，若经营者能向主管部门证明更高层级在技术上不可行或会产生不合理成本，C 类设施可降低一个层级，A 类和 B 类设施最多可降低两个层级（最低为 1 级）【问题 8】。
 - 对于次要源流，若经营者能向主管部门证明更高层级在技术上不可行或会产生不合理成本，可申请降低层级（最低为 1 级）。
 - 对于微量源流，经营者可采用保守估算值替代层级，但无需额外投入即可满足层级要求的情况除外。

BIG AL 有限公司的设施属于 C 类设施，其全氟碳化物排放属于主要源流【年排放量>100,000 吨二氧化碳当量】。

8. 作为问题 7 的延伸，对于 BIG AL 有限公司按照 2 级要求确定全氟碳化物排放因子的技术可行性和成本，可以得出什么结论？成本是否超过收益，或者相反，收益是否超过成本？

该问题与“不合理成本与技术可行性以及分级方法”跨行业培训课件相关，亦旨在供各小组初步讨论，然后听取小组发言人的反馈意见。要求学员假设设施中与全氟碳化物相关的年均排放量达到 140,000 吨二氧化碳当量，并且按照 2 级要求对全氟碳化物进行取样和分析所产生的额外成本为每年 25,000 欧元。

标准答案应明确：采用 2 级（即根据设施具体情况确定排放因子，而非使用缺省因子）在技术上显然可行，因为 BIG AL 有限公司目前已完全满足要求（远低于±15%的不确定度阈值）。

符合 2 级要求也不会产生不合理成本，因为其收益超过成本。“不合理成本与技术可行性以及分级方法”跨行业培训课件中的类似计算表明：

收益（基于改进不涉及活动数据层级变化时假定的 1%改进系数）等于：

$$0.01 \times 140,000 \text{【吨二氧化碳当量/年】} \times 80 \text{【欧元/吨二氧化碳当量】} = 112,000 \text{ 欧元/年}$$

成本等于：25,000 欧元/年

因此：收益（112,000 欧元/年）> 成本（25,000 欧元/年）

9. BIG AL 有限公司应全面建立、记录、实施并维持与全氟碳化物取样和分析相关的哪些质量控制和书面程序？

结合在师资培训计划基础培训阶段学到的经验以及案例研究情景中提供的信息，准确答案应明确以下要点：

- 欧盟碳排放交易体系经营者必须建立、记录、实施并维持书面程序，主要涵盖以下内容：
 - 与排放量监测和报告相关的数据流活动。
 - 风险评估，针对可能对报告排放量产生重大影响的错报的固有风险和控制风险。
 - 用于缓解已识别风险的控制活动。
- 所有控制活动都至关重要，但《监测与报告条例》对外包流程特定控制程序有强制性要求，此要求与 BIG AL 有限公司委托第三方实验室进行全氟碳化物取样分析的情况尤为相关。

- 对于 BIG AL 有限公司在全氟碳化物监测方面的另一关键要求是：根据《监测与报告条例》第 33 条的规定，必须以书面程序形式制定取样计划，其中明确：
 - 采集、储存和运输分析样品的方法。
 - 如何确保所采集样品的时间和空间代表性。
 - 与分析实验室达成的协议。

10. 欧盟碳排放交易体系核查方应重点访谈 BIG AL 有限公司哪些最为关键的人员？需审核哪些最为重要的记录以及走访哪些最为核心的场所？

标准答案如下：

- 鉴于 BIG AL 有限公司运营的规模与复杂性，并且其监测方法组合复杂（包括与物料平衡和库存变动相关的监测），至少需要进行一次实地考察。
- 鉴于设施的运营复杂度，需重点对 BIG AL 有限公司的数据管理及质量保证体系开展详细审查，包括确认所有程序是否已建立并得到有效执行。对总体负责数据管理与控制工作的环境、健康与安全经理进行访谈可能是高优先级事项，但更重要的是访谈负责体系内具体环节的相关人员（以核实程序的实际执行效果）。此外，还需优先核查数据流与控制活动中的职责分离程序，确认其完整性、时效性、准确性，以及所提供培训的情况。
- 设施的中央电子数据处理系统发挥着重要作用，因此其显然是开展数据审计工作以及排查不一致性与数据缺口的首要切入点。BIG AL 有限公司数据处理中的一个潜在弱点，可能是大量数据需要从纸质记录转录到中央电子数据处理系统，核查方可能需要通过交叉核对来确认能否保证此类转录工作的准确性。
- 应强调核查方风险分析的重要性：核查是一种基于风险的方法，可以确定所需细节和深度，以得出合理保证意见，即经营者的排放报告没有重大错报。核查方分析固有风险与控制风险的性质和大小。固有风险系指在考虑任何相关控制活动的影响（数据流中的风险）之前，排放报告中的某个参数产生错报的可能性，这种错报可单独构成或与其他错报合并构成重大错报。控制风险系指排放报告中的某个参数产生错报的可能性，这种错报可单独构成或与其他错报合并构成重大错报，并且未能被控制系统及时预防、发现或纠正。风险越高，开展核查活动所需的细节就越多。分析是一个迭代过程：若核查中发现错报、不符合项或违规问题，固有风险与控制风险可能增加，需要更新风险分析，这会影响所需核查工作。

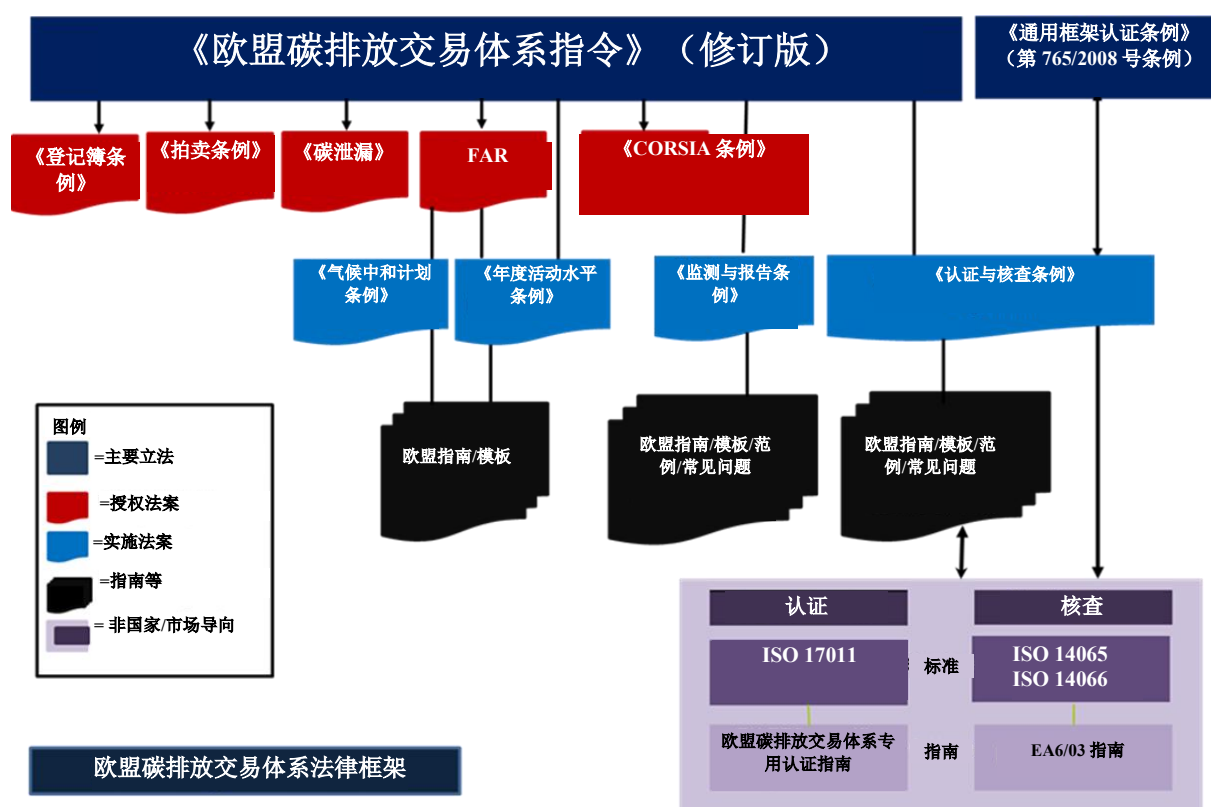
- 核查方的核查应包括：核查方分析经营者数据流和控制系统中的风险，以确定所需核查工作的重点和细节（以便提供核查意见，即经营者的报告排放量没有重大错报）。在执行核查的过程中：
 - 检查核算边界以及排放源和源流的完整性。
 - 检查经营者的数据流、控制活动和程序。
 - 核查数据。
 - 进行合理性检查、数据缺口检查、（分析程序）不一致检查。
 - 检查监测方法及监测计划实施情况。
- 核查期间的强制性实地考察——仅在极其严格的条件下，且属于低风险的简单监测情形时，方可实行每三年免实地考察一次的特殊规定。

10. 补充信息

欧盟碳排放交易体系的经验教训表明，必须建立一个包含监测、报告、核查与认证要求的明确法律框架，以确保各利益相关方能够轻松有效地执行相关规则。在欧盟碳排放交易体系中，该框架的法律依据载于《欧盟碳排放交易体系指令》，该指令已针对所有四个交易期进行了修订（以进一步完善和扩展欧盟碳排放交易体系）。《欧盟碳排放交易体系指令》规定了各利益相关方的关键角色和职责，并提供配额分配、监测、报告、核查与认证和登记簿等的相关法律依据，以及关于配额惩处和法律与财政状况的规定。

更详细的要求见授权和实施法案。下图为不同法律文书的概览图。

欧盟碳排放交易体系法律框架示意图（由 SQ Consult 咨询公司绘制）



FAR: 《免费分配规则》 CORSIA: 国际航空业碳抵消和减排计划

配额的免费分配规则详见《免费分配规则》（FAR）³⁶。《免费分配规则》中规定了关于免费配额的计算规则、适用基准值以及如何收集、计算和报告分配所需数据的要求。数据必须由核查方根据《认证与核查条例》进行核查，所述核查方需由经认证

³⁶2018年12月19日欧盟委员会第2019/331号授权条例“关于依据欧洲议会和欧洲理事会第2003/87/EC号指令第10a条确定欧盟全境统一免费分配排放配额的转型规则”。

机构认证。《年度活动水平调整条例》³⁷明确了每年的监测、报告与核查周期，据此决定是否须调整免费配额分配。更多[免费分配](#)相关信息，参见欧盟委员会的网站。

《监测与报告条例》中规定了排放的监测与报告要求，而《认证与核查条例》不仅涵盖对排放报告的核查，还包括对核查方的认证与监督。核查与认证工作的核心要素在于，相关要求以国际标准为依据：认证机构采用 ISO 14065 标准以及《认证与核查条例》对核查方进行认证，ISO 17011 标准则适用于认证机构及其认证流程。

目前，欧盟碳排放交易体系的覆盖范围包括电力与热能生产、高耗能工业行业，以及[航空业](#)航空业与[海运业](#)。当碳排放交易体系涉及多个行业时，必须确保各行业间的一致性。因此，欧盟碳排放交易体系监测规则包含了适用于所有行业的跨行业议题，包括：

- 监测计划的概念以及处理监测计划变更的规则。
- 引入适用于所有行业的分级方法，无论设施是采用基于计算的方法，还是采用基于测量的方法。
- 关于核算边界的跨行业定义与规则，例如：设施、经营者、源流、排放源的通用定义以及跨境流转的相关规则。
- 关于取样/分析、缺省值类型及数据缺口处理方式的跨行业规则。
- 不确定度评估。
- 各种基于计算的方法与连续排放监测系统的主要原则。
- 适用于所有行业/经营者的质量保证和质量控制要求。
- 根据统一核查规则，由独立的第三方核查方进行核查。
- 根据统一规则 and 标准，对核查方进行认证与监督。

本手册进一步阐述这些跨行业议题（具体解释内容，参见第 2 节及附件二）。

³⁷2019 年 10 月 31 日欧盟委员会第 2019/1842 号实施条例“制定关于应用欧洲议会和欧洲理事会第 2003/87/EC 号指令以及进一步安排因活动水平变化而调整排放配额免费分配的规则”。

附件一：欧盟委员会为支持欧盟碳排放交易体系《监测与报告条例》和《认证与核查条例》而发布的文件（指南、模板、工具与范例）

1. 支持《监测与报告条例》：

- 2023 年 2 月 20 日——[《监测与报告条例》第 1 号指导文件——设施通用导则](#)
 - 2023 年 12 月 15 日——[模板 1：固定设施排放监测计划](#)
 - [年度排放报告模板用户手册](#)
 - [模板 4：固定源设施年度排放报告](#)
 - [模板 7：固定设施改进报告](#)
 - [改进报告模板用户手册](#)
 - 2024 年 5 月——[不合理成本确定工具](#)
 - [评估设施监测计划的核查表范例](#)
 - [监测计划范例](#)
 - [《监测与报告条例》第 13 条“简化监测计划”范例](#)
 - [改进报告范例](#)
 - [监测计划更新范例](#)
- 2023 年 5 月 29 日——[《监测与报告条例》第 2 号指导文件——航空器经营者通用导则](#)
 - [模板 2：欧盟碳排放交易体系和国际航空业碳抵消和减排计划下航空器经营者排放监测计划](#)
 - 2024 年 3 月 11 日——[模板 5：欧盟碳排放交易体系、瑞士碳排放交易体系和国际航空业碳抵消和减排计划的航空器经营者年度排放报告](#)
 - [模板 8：航空器经营者改进报告](#)
- 2022 年 10 月 17 日——第 3 号指导文件——[生物质议题](#)
- 2021 年 10 月 7 日——第 4 号指导文件——[不确定度评估](#)
 - [第 4a 号指导文件——不确定度评估范例（适用于低排放量设施）](#)
 - [不确定度评估工具](#)
- 2021 年 10 月 7 日——第 5 号指导文件——[取样与分析](#)

- [分析工具使用频次](#)
- 第 5a 号指导文件——[取样计划范例](#)
- 2021 年 10 月 7 日——第 6 号指导文件——[数据流活动与控制系统](#)
 - 第 6a 号指导文件——[风险评估与控制活动——范例](#)
 - [经营者风险评估工具](#)
- 2022 年 1 月 24 日——第 8 号指导文件——[欧盟碳排放交易体系检查](#)

2. 支持《认证与核查条例》：

- 2022 年 2 月 3 日——《认证与核查条例》——[第 1 号解释性指导文件](#)
 - 2022 年 3 月 21 日——[关于核查方和主管部门角色的快速指南](#)
 - 2022 年 3 月 21 日——[关于经营者核查和航空器经营者的快速指南](#)
- 2022 年 2 月 3 日——指导文件——[关于核查范围的第 II.1 号关键指导说明](#)
- 2022 年 2 月 3 日——指导文件——[关于风险分析的第 II.2 号关键指导说明](#)
 - [风险分析示例 1](#)
 - [风险分析示例 2](#)
- 2022 年 12 月 20 日——指导文件——[关于过程分析的第 II.3 号关键指导说明](#)
- 2022 年 2 月 3 日——指导文件——[关于取样的第 II.4 号关键指导说明](#)
 - [风险分析与验证取样计划示例](#)
- 2020 年 12 月——指导文件——[关于设施实地考察的第 II.5 号关键指导说明](#)
 - [实地考察豁免风险评估范例](#)
- 2022 年 1 月 31 日——指导文件——[关于核查报告的第 II.6 号关键指导说明](#)
 - 2022 年 2 月 10 日——[核查报告模板](#)
 - [设施核查报告范例](#)
 - [航空器经营者核查报告范例](#)
- 2022 年 2 月 9 日——指导文件——[关于核查方能力的第 II.7 号关键指导说明](#)
- 2022 年 3 月 21 日——指导文件——[关于 EN ISO 14065 标准与《认证与核查条例》之间关系的第 II.8 号关键指导说明](#)
 - [应用 EN ISO 14065 号标准的良好实践：管理体系](#)
 - [应用 EN ISO 14065 标准的良好实践：公正性和独立性](#)
- 2022 年 1 月 10 日——指导文件——[关于 EN ISO/IEC 17011 标准与《认证与核查条例》之间关系的第 II.9 号关键指导说明](#)
- 2022 年 1 月 10 日——指导文件——[关于信息交流的第 II.10 号关键指导说明](#)
 - 信息交流模板 1——[核查方向国家认证机构发出的通知模板（《认证与核查条例》第 77 条）（每年 11 月 15 日前）](#)

- 信息交流模板 2——[国家认证机构发给主管部门的工作计划（《认证与核查条例》第 71 条第 1 款）（每年 12 月 31 日前）](#)
- 信息交流模板 3——[国家认证机构向主管部门提交的管理报告（《认证与核查条例》第 71 条第 3 款）（每年 6 月 1 日前）](#)
- 信息交流模板 4——[主管部门与国家认证机构的信息交流（《认证与核查条例》第 73 条）（建议每年 9 月 30 日前）](#)
- 2017 年 11 月 27 日——指导文件——[关于认证的 II.11 号关键指导说明](#)
- 2022 年 1 月 10 日——指导文件——[关于核查时间分配的第 II.12 号关键指导说明](#)
 - [国家认证机构人日核算指导工具](#)
- 2022 年 2 月 3 日——[《认证与核查条例》——《欧盟碳排放交易体系航空核查指南》（第 3 号指导文件）](#)

3. 支持《监测与报告条例》和《认证与核查条例》：

- 2021 年 10 月 7 日——[《监测与报告条例》和《认证与核查条例》第 7 号指导文件——连续排放监测系统（CEMS）](#)
- 2013 年 12 月 20 日——排放量保守估算
 - [根据第 70 条对排放量进行保守估计算](#)
 - [碳排放交易体系合规论坛工作组关于数据缺口和不符合项的监测工作文件](#)
- 2013 年 12 月 20 日——审查年度排放报告和核查报告
 - [关于审查年度排放报告和核查报告的监测报告以及认证与核查指南](#)
 - [年度排放报告审查的风险评估工具](#)
 - [年度排放报告和核查报告评估核查表](#)

附件二：关键主题与补充材料概览

本附件概述了基础培训中的关键主题，同时汇总了这些主题与培训材料的对应关系，以及相关进一步指导文件的查阅途径。

图3 关键主题及补充材料概览

主题	培训材料	子主题	有关指导文件的进一步信息
碳排放交易体系的监测、报告与核查介绍	<u>基础培训</u> 欧盟关于碳排放交易体系概述的培训课件（附件四第1节第04条）		《监测与报告条例》第1号指导文件的第3章和第4.1节——设施监测与报告
欧盟碳排放交易体系治理体系	<u>基础培训</u> 欧盟关于欧盟碳排放交易体系治理体系概述的培训课件（附件四第1节第05条）		关于对第21条答复分析的技术报告
配额分配	<u>基础培训</u> 欧盟关于欧盟碳排放交易体系下（免费）配额分配的监测、报告与核查要求的培训课件（附件四第1节第08条）		
欧盟碳排放交易体系核算边界	<u>基础培训</u> 欧盟关于核算边界的培训课件（附件四第1节第09~10条） <u>自学与集中培训</u> • 师资培训计划自学阶段欧盟案例研究第一部分（本手册第5节（案例）与第6节（标准答案））		铝行业：《监测与报告条例》附件四第7节和第8节 水泥行业：《监测与报告条例》附件四第6节 钢铁行业：《监测与报告条例》附件四第5节 《监测与报告条例》第1号指导文件的第4.2节和第4.4节——设施监测与报告 《欧盟碳排放交易体系指令》附件一解释指南，重点关注该指南第2~5节及第8节

主题	培训材料	子主题	有关指导文件的进一步信息
	• 师资培训计划集中培训阶段欧盟案例研究第二部分（本手册第 8 节（案例）与第 9 节（标准答案）） • 欧盟案例研究第二部分的培训课件（附件四第 3 节）		
监测方法第一部分	<u>基础培训</u> 欧盟关于基于计算的监测方法的培训课件（附件四第 1 节第 13 条） <u>自学与集中培训</u> • 师资培训计划自学阶段欧盟案例研究第一部分（本手册第 0 节（案例）与第 0 节（标准答案）） • 师资培训计划集中培训阶段欧盟案例研究第二部分（本手册第 0 节（案例）与第 0 节（标准答案）） • 师资培训计划集中培训阶段欧盟跨行业培训课件： ○ “质量平衡法与标准算法对比”（本手册第 7.1 节及附件四第 2 节） ○ “不确定度评估”（本手册第 0 节及附件四第 2 节） ○ “取样与分析”（本手册第 0 节及附件四第 2 节） ○ “缺省值与实际值对比（缺省值的代表性）”（本手册第 7.6 节及附件四第 2 节）	排放量计算	《监测与报告条例》第 1 号指导文件的第 4.3 节和第 6 章——设施监测与报告
		取样 / 分析	《监测与报告条例》第 5 号指导文件——取样与分析
		缺省值	《监测与报告条例》第 30 条、第 31 条以及附件二和附件六
		与测量相关的不确定度	《监测与报告条例》第 1 号指导文件的第 4.7 节——设施监测与报告 《监测与报告条例》第 4 号指导文件的第 2~4 节——不确定度评估 不确定度评估培训材料： 欧盟碳排放交易体系不确定度评估培训

主题	培训材料	子主题	有关指导文件的进一步信息
	欧盟案例研究第二部分的培训课件（附件四第3节）		
监测方法第二部分：连续排放监测系统	<u>基础培训</u> 欧盟关于连续排放监测系统相关监测方法的培训课件（附件四第1节第14条） <u>集中培训</u> - 关于水泥监测的欧盟案例研究第二部分中的问题3和问题4（本手册第0节（案例）与第9.2节（标准答案）） - 水泥行业欧盟案例研究第二部分的培训课件（附件四第3节）	排放量计算	《监测与报告条例》第1号指导文件的第4.3节和第8章——设施监测与报告
		连续排放测量	《监测与报告条例》第1号指导文件的第8节——设施监测与报告 关于连续排放监测系统的第7号指导文件第2.1节、第2.2节、第3节、第4节和第5节
		与测量相关的不确定度	《监测与报告条例》第1号指导文件的第4.7节——设施监测与报告 《监测与报告条例》第4号指导文件的第2~4节——不确定度评估 不确定度评估培训材料： 欧盟碳排放交易体系不确定度评估培训
分级方法的应用	<u>基础培训</u> 欧盟关于层级体系应用的培训课件（附件四第1节第17~18条） <u>自学与集中培训</u> 师资培训计划自学阶段欧盟案例研究第一部分（本手册第5节（案例）与第0节（标准答案））	比例： 分级方法	《监测与报告条例》第1号指导文件的第4.4节、第4.5节和第4.6节——设施监测与报告不合理成本培训材料
		比例： 不确定度	《监测与报告条例》第1号指导文件的第4.7节——设施监测与报告 《监测与报告条例》第4号指导文件的第2~4节——不确定度评估 不确定度评估培训材料： 欧盟碳排放交易体系不确定度评估培训

主题	培训材料	子主题	有关指导文件的进一步信息
	• 师资培训计划集中培训阶段欧盟案例研究第二部分（本手册第 8 节（案例）与第 0 节（标准答案）） • 师资培训计划集中培训阶段欧盟跨行业培训课件： ◦ “不确定度评估”（本手册第 0 节及附件四第 2 节） ◦ “不合理成本与技术可行性以及分级方法”（本手册第 0 节及附件四第 2 节） • 欧盟案例研究第二部分的培训课件（附件四第 3 节）		不合理成本培训材料： 欧盟碳排放交易体系不合理成本培训
质量保证	<u>基础培训</u> 欧盟关于数据质量保证和质量控制的培训课件（附件四第 1 节第 21 条） <u>集中培训</u> • 师资培训计划集中培训阶段欧盟案例研究第二部分（本手册第 8 节（案例）与第 0 节（标准答案）） • 师资培训计划集中培训阶段欧盟关于“数据缺口”的跨行业培训课件（第 0 节） • 欧盟案例研究第二部分的培训课件（附件四第 3 节）	数据流与控制系统	《监测与报告条例》第 6 号指导文件——数据流活动与控制系统
		数据缺口的处理	《监测与报告条例》第 66 条 数据缺口培训材料： 欧盟碳排放交易体系数据缺口培训
监测计划	<u>基础培训</u> 欧盟关于监测计划的培训课件（附件四第 1 节第 22 条）	监测计划概念	第 1 号指导文件的第 5 节——设施监测与报告
		欧盟监测计划模板和工具	监测计划 Excel 模板 监测计划范例

主题	培训材料	子主题	有关指导文件的进一步信息
	<u>自学与集中培训</u> - 案例研究 2（本手册第 0 节（案例）和第 0 节（标准答案）） - 案例研究 2（第 0 节（案例）和第 0 节（标准答案）包含关于如何将某些监测内容纳入监测计划的示例参考。）		监测计划批准核查表 欧盟碳排放交易体系报告工具： 碳排放交易体系报告工具（ERT）——气候行动——欧盟委员会
报告	<u>基础培训</u> 欧盟关于报告与透明度的培训课件（附件四第 1 节第 25 条）	报告原则	《监测与报告条例》第 5~9 条
		报告概念	《监测与报告条例》第 68 条 《监测与报告条例》第 70 条
		欧盟报告模板和工具	排放报告模板和范例 欧盟碳排放交易体系报告工具： 碳排放交易体系报告工具（ERT）——气候行动——欧盟委员会
核查	<u>基础培训</u> 欧盟关于核查的演示内容（附件四第 1 节第 26 条） 欧盟关于钢铁、铝和水泥行业跨行业及特定行业要素的培训课件，包括这三大行业核查的高级信息。 <u>自学</u> 关于核查方在核算边界中所扮演角色的信息，参见第 0 节（案例研究 2）和第 6.2 节（标准答案）。	核查原则	关于核查的解释性指导文件第 2 章
		核查	关于核查的解释性指导文件第 3 章和第 4 章 包含更具体指南的关键指导说明 - 关于核查范围的第 II.1 号关键指导说明 - 关于风险分析的第 II.2 号关键指导说明 - 关于过程分析的第 II.3 号关键指导说明 - 关于核查方取样的第 II.4 号关键指导说明 - 关于实地考察的第 II.5 号关键指导说明
		模板和工具	核查报告模板

主题	培训材料	子主题	有关指导文件的进一步信息
	<u>集中培训</u> 关于钢铁、水泥和电解铝生产的欧盟案例研究第二部分的相关信息（见本手册第 0 节（第二部分案例）和第 9 节（第二部分案例标准答案））。		关于核查报告的第 II.6 号关键指导说明 核查报告范例
		核查方的能力和公正性	关于核查的解释性指导文件第 5 章 关于能力的第 II.7 号关键指导说明 关于《认证与核查条例》与 ISO 14065 标准之间关系的第 II.8 号关键指导说明
		认证	关于核查的解释性指导文件第 6 章 认证工作中的特定行业要素，详见解释性指导文件第 6.1 节及第 II.7 号关键指导说明，其中涵盖适用于审核员和主审核员的特定行业能力标准示例。
		对核查方的监督	关于核查的解释性指导文件第 6 章
主管部门间的管理与协调	<u>基础培训</u> 欧盟关于主管部门 / 监管机构管理、合规与协调的演示内容（附件四第 1 节第 29~30 条）		《监测与报告条例》第 10 条 《欧盟碳排放交易体系指令》（第 2003/87/EC 号指令）第 21 条和第 21 条报告 <u>可获取更多信息的推荐材料</u> 欧盟碳排放交易体系中用于协助主管部门工作的工具示例： 通过电子系统（即欧洲环境署托管的电子报告平台 Reportnet 3）提交国家报告。 合规交流平台 • 针对监测计划审批和排放报告评估的核查表 • 排放报告和核查报告的审查指南 • 检查指南

主题	培训材料	子主题	有关指导文件的进一步信息
跨行业及特定行业的监测、报告与核查议题	<u>基础培训</u> 欧盟关于监测、报告与核查跨行业议题的培训课件，随后概述与钢铁、水泥及电解铝生产相关的特定行业议题（附件四第1节第33~34条）。 <u>自学与集中培训</u> - 与关于钢铁、水泥和电解铝生产的所有欧盟案例研究相关的介绍性信息（见本手册第0节（第一部分案例）、第0节（第一部分案例标准答案）、第0节（第二部分案例）和第0节（第二部分案例标准答案））。 - 监测、报告与核查跨行业议题概述（集中培训第1天培训课件：见本手册第7节及附件四第2节）。		《监测与报告条例》第2条规定，该条例适用于欧盟碳排放交易体系设施所产生温室气体排放量的监测与报告（多数要求为跨行业要求，适用于所有相关工业行业，如定义、原则以及针对监测计划、监测边界、监测方法、数据管理与控制、报告的通用要求）。 《监测与报告条例》第21条第3款明确了根据该条例附件四，特定行业要求适用的情形。 《核查方核查与认证条例》的要求也几乎全是跨行业要求，但第35条指出了该条例附件一中分类的行业认证范围。核查方仅可对其获得认证的行业出具核查报告。

附件三：欧盟提供的试题与答案

III.1 基础培训

A. 试卷 A（含标准答案——正确答案及解析以绿色字体标示）

核算边界

1. 关于欧盟碳排放交易体系下燃烧设施的核算边界，以下哪项可能相关？请选择正确答案。

A. 设施内的移动源、应急燃烧、启停操作。

此表述错误。 欧盟碳排放交易体系不涵盖移动源，但应急燃烧、启停操作与欧盟碳排放交易体系下燃烧设施的核算边界有关。

B. 应急燃烧与启停操作。

此表述正确。 应急燃烧、启停操作均与欧盟碳排放交易体系下燃烧设施的核算边界有关。

C. 移动源与应急燃烧。

此表述错误。 欧盟碳排放交易体系不涵盖移动排放源，但应急燃烧与欧盟碳排放交易体系下燃烧设施的核算边界有关。

分级方法

2. 为何分级方法在排放交易体系中具有实用性？请选择正确答案。

A. 其有助于平衡排放量核算的成本与准确性。

此表述正确。 分级方法是一种经济高效的方式，可以确保排放数据准确性，并促进监测要求在全球设施及不同工业行业间的一致应用。

B. 其可简化所有设施的监测工作。

此表述错误。 分级方法的主要目的并非简化所有设施的监测工作。分级方法要求大型设施对主要源流/排放源适用最高层级及最严格的监测要求。

C. 其便于经营者快速变更监测方法。

此表述错误。 经营者不得随意变更监测方法。仅在符合《监测与报告条例》规定的特定条件时，方可偏离要求的层级。

计算

3. 对于燃煤设施采用基于标准计算的方法核算排放量（即用燃煤活动数据乘以对应排放因子及氧化因子计算得出排放量），以下哪项表述正确？

A. 始终需要单独测定氧化因子。

此表述错误。 若氧化程度已计入排放因子的值，或采用缺省值 1 作为氧化因子，则无需单独测定氧化因子。

- B. 氧化程度已计入排放因子的值时，无需单独测定氧化因子。

此表述正确。若氧化程度已计入排放因子的值，或采用缺省值 1 作为氧化因子，则无需单独测定氧化因子。

- C. 氧化因子的数值对最终确定的排放量影响甚微。

此表述错误。氧化因子的取值区间为 0 至 1（或 0%至 100%）。相较于使用等于 1 的氧化因子，取值越低，可报告排放量的降幅越大。例如：氧化因子取 0.1 时，可报告排放量较氧化因子取 1 时降低 90%。因此，采用数值错误的氧化因子可能导致严重误差，对报告的排放量产生极大影响。

4. 在何种情况下，采用质量平衡法计算排放量最为合适？请选择正确答案。

- A. 工艺投入物与产出物的质量大致相当。

此表述错误。工艺投入物与产出物的规模（无论是单独考虑还是对比分析），均与采用质量平衡法核算排放量的适用性无关。

- B. 排放量难以直接关联至单一投入物或产出物。

此表述正确。燃料或物料与排放量直接相关时，采用标准算法更为简便。但是，当工艺产品含有大量的碳时，可能难以运用该方法。在此类情况下，对进出设施（或其特定部分）的碳采用完全平衡法，会更为适用且简便。

- C. 经营者缺乏采用标准算法的经验。

此表述错误。标准算法涉及的测量相对简单，与质量平衡法的要求类似。

连续排放监测系统

5. 在任一碳排放交易体系下，以下哪项内容与运行连续排放监测系统的关联性最强？

- A. 仪器需满足适用性要求。

此表述正确。连续排放监测系统的使用通常取决于其能否在部署环境中以允许的不确定度水平运行（表明其满足适用性）。连续排放监测系统的质量较差会导致不确定度较高，因而无法充分保证所得数据的可信度。

- B. 测量设备出现故障时，经营者需立即缴纳罚款。

此表述错误。此类处罚虽可能实施，但无助于解决连续排放监测系统故障时的紧急状况。更重要的是制定适当程序，最大限度减少此类故障的发生，并在故障发生时替换受影响数据。

- C. 同时，需采用最高层级来核算排放量，以确证连续排放监测系统的监测结果。

此表述错误。出于质量保证目的，通过快速核算来确证连续排放监测系统的测定结果既合理又属强制要求，但相较于获取完整全面的排放量核算数据，这样做反而会从根本上削弱连续排放监测系统的应用价值。

质量保证和质量控制

6. 以下哪项表述正确？

A. 质量保证和质量控制体系应覆盖设施经营者数据流管理的各个环节。

此表述正确。为确保全面性，质量保证和质量控制体系应覆盖数据流的全流程。

B. 质量保证和质量控制体系一经建立，即可按既定模式长期运行。

此表述错误。鉴于设施的生产工艺可能发生变更，数据流也需相应调整，配套的质量保证和质量控制体系亦应同步优化，以持续满足适用性要求。随着时间的推移，欧盟碳排放交易体系会持续完善，这也可能成为要求调整质量保证和质量控制体系的原因之一。

C. 质量保证和质量控制体系旨在确保不存在错报风险（漏报、误报或错误）。

此表述错误。质量保证和质量控制体系旨在降低错报风险，但在实际工作中，某些风险始终存在。

报告

7. 为何在监测计划架构的基础上确定排放报告架构具有益处？请选择最佳答案。

A. 此举便于主管部门制定排放报告架构。

此表述错误。在监测计划架构的基础上确定排放报告架构，确实可以便于主管部门制定排放报告架构，但这仅为次要益处。

B. 此举能增强一致性，从而提升报告与核查效率。

此表述正确。在监测计划架构的基础上确定排放报告架构，可使这两类文件保持更好的一致性，既便于熟悉监测计划的设施经营者填报排放报告，也便于核查方对照监测计划中的要求，对排放报告内容进行评估。

C. 经营者可直接复制粘贴信息。

此表述错误。这两类文件的结构可能相似，但内容并不相同，因此不能简单复制粘贴。

核查

8. 以下表述是否正确？“核查方的评估工作，应完全基于设施经营者在质量保证和质量控制体系框架内开展的风险评估。”

A. 正确——这是识别最高风险数据流环节的理想依据。

此表述错误。核查方必须以职业怀疑态度核验设施经营者提供的证明材料，保持评判立场与独立性。核查方需独立开展相关风险的评估工作。

- B. 错误——设施经营者的风险评估虽为风险信息的重要参考依据，但核查方仍需结合其他信息来源，独立开展风险评估工作。

此表述正确。设施经营者的风险评估仅为信息来源之一。它可帮助核查方了解设施经营者对数据流和控制系统中各类风险的判定思路。但是，核查方必须独立开展风险分析，并以批判审视的态度，对设施经营者提供的证明材料及风险评估进行审核考量。

9. 关于国家认证机构（NAB）以及欧盟碳排放交易体系对其的相关要求，以下哪项表述正确？

- A. 国家认证机构由各成员国政府指定，负责对提供认证、检测、检验、校准、确认及核查服务的机构进行评估与认证。

此表述正确。国家认证机构由各成员国政府指定，负责依据国际标准对合法机构进行认证。这些国家认证机构不仅负责对欧盟碳排放交易体系下的核查方进行认证，同时也开展其他服务的认证工作。

- B. 国家认证机构可自愿加入欧洲认证合作组织并定期接受同行评审，以便具备欧盟碳排放交易体系核查方认可资格。

此表述错误。国家认证机构必须是欧洲认证合作组织成员，并接受该组织的定期同行评估。否则，国家认证机构不能对核查方进行认证。

- C. 对于国家认证机构的职责而言，核查方获得初始认证后，国家认证机构无需再对核查方的持续表现进行监督。

此表述错误。核查方获得认证后，需接受国家认证机构的年度监督。在年度监督过程中，国家认证机构将依据《认证与核查条例》以及 ISO 14065 标准，对核查方的专业能力、公正性及合规性进行评估。

协调与管理

10. 为何碳排放交易体系中各主管部门间的协调配合具有积极意义？请选择正确答案。

- A. 通过经验交流，可增强一致性并促进持续改进。

此表述正确。各主管部门在碳排放交易体系条款的解释方式上保持一致，可确保相关条款在整个体系内得到更统一的执行。

- B. 单个主管部门独立开展工作的效率通常更高。

此表述错误。若某一主管部门独立开展工作，需自行确定碳排放交易体系条款的适宜解释方式，因此无法借鉴其他主管部门的实践经验 and 良好做法。这会导致整个体系中的条款执行统一性降低，并且对该主管部门而言效率较低。

- C. 实际上协调并无必要，关键在于各主管部门确定自身的规则实施方式并坚持落实。

此表述错误。若各主管部门均自行解释碳排放交易体系条款，会导致整个体系内的执行情况不统一，即降低体系一致性，进而可能削弱各方对该体系的信任度。

B. 试卷 B（含标准答案——正确答案及解析以绿色字体标示）

核算边界

1. 若碳排放交易体系纳入间接排放量，以下哪项表述与避免重复计算的关联性最强？

A. 仅应核算燃料燃烧产生的排放量。

此表述错误。燃烧排放量和/或工艺排放量是否应计入，取决于碳排放交易体系范围的界定，与直接和/或间接排放量的覆盖范围本身无关。

B. 设施经营者必须确保温室气体排放的完整性，并涵盖所有直接与间接排放量。

此表述错误。虽然经营者确实须报告其设施的所有直接和间接排放量（根据碳排放交易体系范围的界定酌情处理），但这无助于避免重复计算。

C. 必须在监测、报告与核查的过程和方法中采取措施，避免重复计算。

此表述正确。纳入间接排放量可能导致重复计算，因为某一设施报告的直接排放量可能作为其他设施的间接排放量再次报告。因此，必须调整监测、报告与核查流程（包括方法），以免重复计算。

分级方法

2. 欧盟碳排放交易体系中，偏离层级条款的灵活性是怎样的？请选择正确答案。

A. 设施经营者可自行决定何时偏离相关层级要求，始终允许灵活操作。

此表述错误。为确保一致性，偏离层级条款的行为最好基于明确规定的可偏离情形。这些情形是否适用以及现有条款具体允许何种偏离，应由主管部门决定。

B. 对于在何种情形下可偏离层级要求，已有明确规定。

此表述正确。这种方法将促进在整个体系范围内保持一致。

C. 允许主管部门基于个案作出判断，自行临时决定相关设施是否可偏离层级要求。

此表述错误。尽管主管部门有时需针对个案作出判断，但此类判断应基于一套统一的层级偏离相关规定，以确保碳排放交易体系内执行标准更趋一致。若临时决策导致各设施在应用层级条款方面存在差异，可能会影响各方对欧盟碳排放交易体系的信任度。

计算

3. 为何完整性和准确性是碳排放交易体系中与排放量计算最相关的原则？请选择正确答案。

A. 这是因为在排放量计算过程中，实际排放吨数与报告吨数之间的最大偏差很可能源于两方面：一是忽略了碳排放交易体系覆盖范围内的部分排放源，

二是所采用的活动数据、排放因子以及氧化/转换因子，与实际数值存在较大差距。

此表述正确。基于此选项所述的确切原因，完整性与准确性方面的缺失将对削弱所报告排放数据的可靠性产生最显著的影响。

- B. 因为其他原则不适用于排放量计算。

此表述错误。欧盟碳排放交易体系及其他多数排放交易体系所规定的义务性原则均适用，即完整性、一致性、可比性、透明度、准确性、真实性、持续改进与协调性。

- C. 完整性和准确性并非与排放量计算最相关的原则，一致性原则才是。

此表述错误。就排放量计算而言，完整性和准确性是最相关的原则，原因如上文选项 A 所述。一致性原则对于促进数据的持续可比性至关重要，但即便未得到严格遵循，其对数据质量的负面影响，也远不及完整性与准确性缺失所造成的危害。

连续排放监测系统

4. 以下表述是否正确？“在碳排放交易体系下，设施应采用计算法、连续排放监测系统，或两者结合的方式核算排放量，同时避免重复计算与数据缺口。”

- A. 是

此表述正确。这种说法涵盖了可采用的不同监测方法的范围，并指出了避免重复计算和/或数据缺口的额外必要性。

- B. 否

此表述错误。欧盟碳排放交易体系便是典型例子：排放量既可通过计算法计算得出或通过连续排放监测系统测定，也可结合两种方式确定，前提是避免重复计算和数据缺口。若针对每种核算方法的规定质量保证措施均得到切实执行，则通过任一方法获取的数据应具备可比性。

质量保证和质量控制

5. 质量保证和质量控制的作用是什么？请选择正确答案。

- A. 提高数据采集效率。

此表述错误。质量保证和质量控制虽会增加碳排放交易体系相关数据流各环节的整体工作量，但同时也将全面提升数据的可靠性。

- B. 保持碳排放交易体系下报告数据准确性和完整性的可信度。

此表述正确。质量保证和质量控制旨在提高碳排放交易体系下报告数据的可靠性（“报告吨数就是排放吨数”），从而增强对该体系的整体信任度。

- C. 确保各设施有更多员工参与监测、报告与核查工作。

此表述错误。设施涉及的员工数量本身并非碳排放交易体系的目的。涉及的员工数量需适合在设施内实施碳排放交易体系条款。

6. 经营者的质量保证和质量控制措施会对碳排放交易体系下的核查工作产生何种影响？请选择正确答案。

A. 若已开展质量保证和质量控制活动，则无需再进行核查。

此表述错误。在碳排放交易体系中，质量保证、质量控制与核查工作均不可或缺。它们不能相互替代。

B. 其有助于核查并支持获得积极的核查结果。

此表述正确。质量保证和质量控制活动将提高所报告数据的可靠性，从而有助于获得积极的核查结果。

C. 其对核查工作并无影响，因为核查方已提供充分的质量保证和质量控制措施。

此表述错误。质量保证和质量控制活动应覆盖设施内所有与碳排放交易体系相关的数据流环节，以便上报可靠数据。因此，核查不能替代数据流各环节中未采取的质量保证和质量控制措施。

报告

7. 透明且详尽的报告机制能为碳排放交易体系带来哪些益处？请选择最佳答案。

A. 该机制以核查流程和主管部门评估排放报告的形式，促进质量控制。

此表述正确。若排放报告提供的信息便于让人了解所报告温室气体排放量的估算方法，将有助于简化核查流程，同时也能让主管部门的审核工作更高效。

B. 该机制提供可用于碳排放交易体系之外其他用途的数据。

此表述错误。从原则上讲，虽然主管部门或许会决定利用碳排放交易体系收集超出该体系覆盖范围的数据，但此举本身并不会为碳排放交易体系带来益处。

核查

8. 核查工作是否作为一种基于风险的方法？请选择正确答案。

A. 是，核查方会优先核查设施数据流活动中风险最高的数据流环节。

此表述正确。核查方会分析评估数据流中的风险（固有风险）以及质量控制体系未能有效运行的风险（控制风险）。分析结果将决定核查工作的详细程度与重点方向，明确核查方的核查优先级。

B. 否，核查方需通过核查所有相关信息来确保排放报告绝对无误差。

此表述错误。核查方无法保证排放报告中完全不存在任何误差。核查工作是基于合理保证程度开展的。这种保证程度虽高，但并非绝对保证。

9. 设置独立核查方有哪些好处？请选择正确答案。

A. 独立核查方可依据自身的认证资质，自主开展核查工作。

此表述错误。设置独立核查方的核心优势并非在于可以灵活开展核查工作。必须避免任何可能影响公正性的因素，此类因素将直接决定核查方是否具备开展核查工作的资格。

B. 独立核查方不受主管部门或受监管实体的影响。

此表述正确。核查方不受主管部门及受监管实体的干预和影响，这一点至关重要。这将确保核查结果公正无偏，并为数据的准确性和公正性提供足够的置信度。

协调与管理

10. 存在多个主管部门时，各主管部门应如何最大限度地确保工作方法的一致性？请选择正确答案。

A. 各主管部门均遵守碳排放交易体系的相关规定即可。

此表述错误。经验表明，很难制定一套能覆盖体系报告范围内设施所有可能情况的碳排放交易体系条款。基于此，就碳排放交易体系规定的实施方式（以及随着时间推移可能需要做出的改进）定期进行协调，将有助于确保整个碳排放交易体系的一致性。

B. 各主管部门定期就（现行碳排放交易体系条款框架内）所采用的工作方法以及在碳排放交易体系条款的实施过程中积累的经验教训进行交流。

此表述正确。主管部门就碳排放交易体系条款的应用方式（尤其是边缘案例的处理）定期进行交流，将有助于形成更统一的条款应用方法，进而提升整个碳排放交易体系体系的一致性。

III.2 集中培训

A. 钢铁行业

问题 1——以下哪项表述是正确的？

- a) 欧盟碳排放交易体系覆盖所有钢铁生产工艺路线，以确保公平竞争环境。
- b) 欧盟碳排放交易体系仅覆盖钢铁行业的高炉/氧气转炉生产工艺路线，因为该生产工艺路线的单位产品二氧化碳排放量最高。

正确答案为 a)。欧盟碳排放交易体系覆盖所有钢铁生产工艺路线。尽管企业本身存在向低排放技术转型的内在动力，但就初始纳入监管范围而言，欧盟碳排放交易体系秉持技术中立原则。

问题 2——以下哪项表述是正确的？

- a) 在欧盟碳排放交易体系下，核查方核查综合钢铁厂年度排放报告所需时间可能远多于核查配备单台双燃料涡轮机的发电厂所需时间。
- b) 在欧盟碳排放交易体系下，无论设施规模大小以及该体系涵盖的工艺复杂程度如何，验证方必须对所有设施给予同等程度的关注，因此在每种情况下均应花费相同的时间。

正确答案为 a)。由于欧盟碳排放交易体系下的核查工作是一种基于风险的方法，工艺较复杂的设施往往伴随更高的风险，因此其年度排放报告的核查工作可能需要更多时间，核查方也需投入更多精力，才能以合理保证程度得出报告不存在重大错报的结论。

问题 3：在以下哪种情况下，欧盟碳排放交易体系下的二氧化碳排放量通过计算确定会比采用连续排放监测系统测定更为合适？

- a) 设施存在多个不同排放点（即烟囱）。
- b) 烟囱内的体积流量分布/流速稳定且均匀。
- c) 设施内燃料或投入物料的成分波动较大。
- d) 欧盟碳排放交易体系工艺流程中涉及的燃料/物料种类较少。

正确答案为 a)和 d)。工艺流程中的独立排放点越多，所需部署的连续排放监测系统的数量就越多，导致成本按比例增加。工艺流程涉及的燃料或物料种类越多，采用连续排放监测系统测定的方式可能更具优势（假设废气通过单一管道或少量不同管道排放）。

燃料或物料的成分越复杂多样，就越难获取用于分析测定计算因子（排放因子、氧化因子、转换因子、热值、碳含量等）的代表性样品，也难以确定合适的缺省值。在此

类情况下，若能按照《监测与报告条例》规定的相关质量要求执行，采用连续排放监测系统测定法可规避上述难题，并提供更精准的数据。

烟气流量越均匀稳定，越适合采用连续排放监测系统测定法进行测量，因为此时流速/流量的代表性测定难度更低。

问题 4：请选出以下问题的正确答案：在综合钢铁厂中，经营者在何种情况下可能采用质量平衡法（而非标准计算法）来核算排放量？

- a) 存在大量含碳的工艺投入物和产出物，且排放量难以与单一投入物或产出物对应。
- b) 不存在燃烧产生的排放量。
- c) 针对《欧盟碳排放交易体系指令》附件一中列出的黑色金属和有色金属生产或加工，且来源于设施所用燃料或投入物料的碳留存于产品或其他生产产出物中。

正确答案为 a)和 c)。当二氧化碳排放量难以与工艺流程的投入物或产出物建立对应关系时，采用质量平衡法更为合适。针对《欧盟碳排放交易体系指令》附件一中列出的黑色金属和有色金属生产或加工，且来源于设施所用燃料或投入物料的碳留存于产品或其他生产产出物中时，根据《监测与报告条例》附件四第 6 节规定的特定活动要求，必须采用质量平衡法。

综合钢铁厂燃烧产生的排放量，既可以纳入质量平衡核算，也可以采用标准计算法单独核算。

B. 水泥行业与铝行业

问题 1：某水泥厂的年均二氧化碳排放量>500,000 吨。下列哪项表述正确？

- a) 该水泥厂属于 C 类排放源，因此其所有排放源流的一切活动数据和核算参数均采用最高层级。
- b) 水泥厂各排放源流的活动数据和核算参数应采用何种层级（或采用非分级方法），取决于具体排放源流是属于主要源流、次要源流，还是微量源流，同时需考虑是否可偏离分级方法规定的层级（例如，因会产生不合理成本而偏离）。

正确答案为 b)。活动数据和核算参数所采用的层级，取决于各排放源流根据《监测与报告规则》第 19 条的分类情况，同时也取决于经营者是否能依据《监测与报告条例》第 26 条的规定，证明其对要求层级的偏离具有合理性（关于可能采用的非层级分类，详见《监测与报告条例》第 22 条）。

问题 2：关于欧盟碳排放交易体系，以下哪项/哪些表述正确？（可能有多项正确答案）

- a) 针对水泥熟料生产工艺排放量的监测，《监测与报告条例》提供了两种核算方法：基于窑炉投入物的方法和基于熟料产量的方法。
- b) 当水泥窑炉粉尘（CKD）和旁路粉尘排出窑炉系统时，经营者无需测定与这些粉尘相关的二氧化碳排放量。
- c) 水泥厂可采用算法或连续排放监测法核算排放量。
- d) 水泥厂可采用质量平衡法核算排放量。

正确答案为 a) 和 c)。根据《监测与报告条例》附件四第 9 节的特定活动监测要求，水泥厂不得采用质量平衡法核算二氧化碳排放量。但允许采用两种基于计算的替代方法：一是基于工艺投入物中的碳酸盐含量核算二氧化碳排放量，二是基于熟料产量进行核算。无论选用哪种方法，都必须核算与水泥窑炉粉尘（CKD）和旁路粉尘相关的二氧化碳排放量。此外，根据《监测与报告条例》第 21 条第 3 款的规定，也可选择通过连续排放监测系统监测排放量来替代基于计算的方法。

问题 3：请指出在欧盟碳排放交易体系下，用于辅助妥善管理与报告排放量相关的数据质量和质量保证的最相关机制是什么？

- a) 留存一份完整的相关数据流活动清单，以及经营者针对报告排放量错报风险所开展的风险评估记录。
- b) 开放查阅经营者编制的书面程序文件，这些文件涵盖数据流活动、风险评估以及为降低报告排放量错报（漏报、误报或错误）风险而设计的控制活动。

正确答案为 b)。相较于选项 a)，该选项所描述的机制更为完整，因此更具相关性。按照选项 b) 所述，通过开放查阅经营者的书面程序文件，主管部门和/或核查方能够核查与所报告排放量相关的更完整的数据管理及质量保证体系。

问题 4：关于欧盟碳排放交易体系，以下哪项/哪些表述正确？（可能有多项正确答案）

- a) 原生铝生产设施可结合采用算法和连续排放监测系统核算其二氧化碳排放量。
- b) 在核算二氧化碳排放量时，原生铝生产设施的经营者可自主决定对进出设施的任何含碳源流成分进行评估的最低频次。
- c) 原生铝生产设施必须采用质量平衡法核算其二氧化碳排放量。

正确答案为 a) 和 c)。经主管部门批准后，经营者可针对同一设施内的不同排放源和源流，结合采用基于计算的方法和基于测量的方法，但需确保排放量核算无遗漏、无重复计算。《监测与报告条例》附件四第 7 节明确要求，原生铝生产设施的经营者必须采用质量平衡法核算二氧化碳排放量。

首先，《监测与报告条例》附件七规定了针对特定燃料、碳酸盐、其他物料（初级产品、中间产品及最终产品）以及废弃物的最低分析频次。其次，《监测与报告条例》第 35 条第 2 款规定，若附件七未涵盖相关物料的最低分析频次，或采用附件七规定的最低分析频次会产生不合理成本，且上一报告期内该物料的分析值波动幅度在对应活动数据不确定度阈值的三分之一以内，则主管部门可批准经营者采用与附件七规定不同的分析频次。