“中国履行《关于汞的水俣公约》能力建设项目”

水泥熟料生产企业大气汞排放控制技术改进

可行性研究项目工作大纲**（CN-28）**

**一、项目背景**

汞是在常温下呈液态的重金属，因具有持久性、易迁移性、高生物富集性和高生物毒性等特性，且可在大气和食物链中长期存在并可远距离迁移，被全球视为一类重要的有毒有害环境污染物。

国际社会高度重视汞污染控制的问题。经过5次政府间谈判，《关于汞的水俣公约》（以下简称“公约”）于2013年1月达成。2013年10月10日，包括中国在内的91个国家和政府签署了公约。公约自2017年8月16日起生效。

中国是汞的生产、使用和排放大国。公约管控的原生汞矿开采、含汞电池等添汞产品生产、电石法聚氯乙烯用汞工艺、燃煤电厂等大气汞排放和释放、含汞废物和污染场地等涉汞行业和领域，在中国均存在。公约不仅对上述涉汞行业和领域提出了明确的管控时限和措施要求，公约还对资金机制、能力建设、健康、信息交流、监测、报告、成效评估等程序性义务进行了明确规定。

为推动中国全面履行公约义务，需制定指导中国履约的纲领性文件——中国履行《关于汞的水俣公约》国家战略与行动计划，并提高中国的履约能力，生态环境部对外合作与交流中心在世界银行的支持下开发了中国履行《关于汞的水俣公约》能力建设项目。项目拟通过开展相关调查、监测和战略制定等活动，制定分行业汞削减淘汰战略和行动计划，汇总完成中国履约国家战略编制，并在试点省市开展汞流向报告制度、含汞污染场地风险评估、含汞废物回收处置技术可行性研究、大气汞监测能力提高和成果宣传等试点活动，以提高试点省份和国家的履约能力。

目前，按照我中心与世界银行共同实施的中国履行水俣公约能力建设项目总体安排，拟聘请有资质的单位承担“水泥熟料生产企业大气汞排放控制技术改进的可行性研究”任务，对选定的3家水泥熟料生产企业开展试点活动。子项目执行期12个月（2021年7月-2022年6月）。

**二、子项目背景和目标**

水泥熟料生产是公约附件D中确定的汞及其化合物大气排放源，公约第八条明确了对汞及其化合物大气排放源的管控要求。其中，第三款规定，拥有相关来源的缔约方应当采取措施，控制汞的排放，并可制订一项国家计划，设定为控制排放而采取的各项措施及其预计指标、目标和成果；第七款规定，每一缔约方均应在实际情况允许时尽快，且自本公约开始对之生效之日起5年内建立、并于嗣后保存一份关于相关来源的排放情况的清单。

 水泥熟料生产是中国乃至全球最重要大气汞排放源之一。因经济发展阶段不同，中国水泥熟料生产与消耗量大且覆盖面广。为掌握水泥熟料生产企业汞及其化合物等污染物控制技术现状，逐步落实全行业汞及其化合物减排，并为中国履行水俣公约国家战略与行动计划提供支持，需开展水泥熟料生产企业大气汞排放控制技术改进的可行性研究。本子项目拟通过开展水泥行业评估，对选定企业的工艺路线和运行工况进行核实性研究、对大气常规污染物排放控制效果和含汞污染物形态变化与减排路线进行可行性研究，制定实施方案和落实策略，同时在过程中进行定期比对与分析，探索相关工艺路线与工艺参数可靠性，评估不同汞治理措施实施效果。

主要工作内容

（一）开展SCR脱硝技术条件下协同除汞技术改进可行性研究

对武安市新峰水泥有限责任公司SCR脱硝的水泥生产线开展研究，包括研究催化剂还原反应对水泥煅烧烟气中的汞价态影响效果，探讨SCR+窑灰移除协同除汞技术路线，评估SCR协同除汞效率，分析试点项目技术经济成本及潜在减排潜力。具体研究内容主要包括:

1. SCR生产线+窑灰外排法提高脱汞能力的工程采样分析实验；
2. 生产线SCR催化还原反应提高元素汞转化为氧化汞的实际效果和效率研究；
3. 综合评估水泥熟料生产工艺过程温度和气氛、SCR催化效率等的影响，探索窑灰脱除时间、方式、温度点、位置等最佳可行技术参数，评估SCR+窑灰脱除适用性；
4. 估算投资、运行成本等方面，分析本子项目的技术经济成本，预测不同情景下的资金投入与减排效果。

**（二）开展半干法/湿法脱硫技术协同除汞技术改进可行性研究**

对登封中联登电水泥有限公司湿法脱硫/半干法脱硫装备水泥生产线开展研究，包括研究脱硫反应对水泥煅烧烟气中的汞的协同去除效率，探讨协同除汞技术路线可行性及应用前景，评估分析试点项目技术经济成本及潜在减排潜力。具体研究内容主要包括:

1. 新型干法水泥窑生产线烟气汞的不同价态分布特征；
2. 烟气湿法/半干法脱硫装置协同脱汞在新型干法水泥窑工程采样分析实验应用；
3. 烟气湿法/半干法脱硫装置协同脱汞效率及应用效果分析；
4. 新型干法水泥窑烟气汞的脱除效率与烟气中SO2浓度，pH值和颗粒浓度相关性研究；
5. 估算投资、运行成本等方面，分析本子项目的技术经济成本，预测不同情景下的资金投入与减排效果。

**（三）开展水泥窑协同处置飞灰的汞去除技术改进可行性研究**

对河北鼎星水泥有限公司协同处置垃圾焚烧飞灰的水泥生产线开展研究，包括研究窑灰移除等方法对协同处置垃圾焚烧飞灰煅烧烟气中的汞的去除效率，探讨协同处置飞灰除汞技术路线可行性及应用前景，评估分析试点项目技术经济成本及潜在减排潜力。具体研究内容主要包括:

1. 水泥窑协同处置飞灰+窑灰外排工程采样分析实验；
2. 水泥窑协同处置飞灰对烟气中汞的排放影响分析；
3. 水泥窑协同处置飞灰+窑灰外排汞减排应用效果分析；
4. 估算投资、运行成本等方面分析本子项目的技术经济成本，预测不同情景下的资金投入与减排效果。

**（四）编制项目报告**

1. 根据本子项目工程实践和采样实验，系统评估协同脱汞技术案例，研究可能的协同汞去除技术改进的可行性，编制《水泥熟料生产企业大气汞排放控制技术评估报告》。
2. 以推动水泥行业汞减排为目的，研究“十四五”水泥行业汞减排技术路线图和技术经济政策，研究分析不同情景下，水泥行业汞减排时间表，提出相应对策与建议，并编制《中国水泥行业大气汞排放控制政策建议》。

**（五）组织项目相关会议和活动**

1. 组织召开2-3次专家研讨会，聘请水泥、能源、环保、经济等行业专家对行业发展及汞削减技术方案进行研究；

2. 召开1次项目中期会和1次项目结题会议，聘请相关专家对项目过程与最终成果全面把关；

3. 协调研究企业配合开展项目下相关活动。

**四、项目产出**

本项目的产出及相应的提交时间和要求如下：

表1 成果及提交时间列表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 可交付成果 | 时间表 |
| 1 | 开题报告（含详细工作计划及预算等） | 合同签署后两周内提交 |
| 2 | SCR脱硝技术条件下协同除汞技术改进可行性研究进展报告 | 2021年9月30日前提交 |
| 3 | “湿法/半干法脱硫技术协同除汞技术”改进可行性研究进展报告 | 2021年9月30日前提交 |
| 4 | 水泥窑协同处置飞灰的汞去除技术改进可行性研究进展报告 | 2021年9月30日前提交 |
| 5 | 水泥熟料生产企业大气汞排放控制技术评估报告初稿（中英文版） | 2022年1月31日前提交 |
| 6 | 中国水泥行业大气汞排放控制政策建议初稿（中英文版） | 2022年1月31日前提交 |
| 7 | 水泥熟料生产企业大气汞排放控制技术评估报告定稿（中英文版） | 2022年4月30日前提交 |
| 8 | 中国水泥行业大气汞排放控制政策建议定稿（中英文版） | 2022年4月30日前提交 |

**五、支付进度**

表2 支付进度产出表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 产出 | 支付时间 | 支付比例 |
| 1 | 合同签署后预付款 | 合同签署后30天内 | 10% |
| 2 | 开题报告（含详细工作计划及预算等） | 接收到报告后30天内 | 10% |
| 3 | SCR脱硝技术条件下协同除汞技术改进可行性研究进展报告 | 接收到所有报告后30天内 | 20% |
| 4 | “湿法/半干法脱硫技术协同除汞技术”改进可行性研究进展报告 |
| 5 | 水泥窑协同处置飞灰的汞去除技术改进可行性研究进展报告 |
| 6 | 水泥熟料生产企业大气汞排放控制技术评估报告初稿（中英文版） | 接收到所有报告后30天内 | 30% |
| 7 | 中国水泥行业大气汞排放控制政策建议初稿（中英文版） |
| 8 | 水泥熟料生产企业大气汞排放控制技术评估报告定稿（中英文版） | 接收到报告后30天内 | 30% |
| 9 | 中国水泥行业大气汞排放控制政策建议定稿（中英文版） |

**六、子项目时间安排**

本子项目实施周期共计12个月（2021年9月1日至2022年8月30日），具体时间安排如表3。

表3 子项目时间安排表

|  | **工作内容** | **2021** | **2022** |
| --- | --- | --- | --- |
| **9** | **10-12** | **1-3** | **4-6** | **7-8** |
| 1 | 项目开题 |  |  |  |  |  |
| 2 | SCR脱硝技术条件下协同除汞技术改进可行性研究 |  |  |  |  |  |
| 2.1 | 生产线“SCR +窑灰外排法”提高脱汞能力的工程采样分析实验 |  |  |  |  |  |
| 2.2 | 生产线SCR催化还原反应提高元素汞转化为氧化汞效果和效率研究 |  |  |  |  |  |
| 2.3 | “SCR +窑灰外排法”最佳可行技术参数研究 |  |  |  |  |  |
| 2.4 | 试点项目技术经济成本等综合评估 |  |  |  |  |  |
| 3 | “湿法/半干法脱硫技术协同除汞技术”改进可行性研究 |  |  |  |  |  |
| 3.1 | 烟气湿法/半干法脱硫装置协同脱汞在新型干法水泥窑工程采样分析实验 |  |  |  |  |  |
| 3.2 | 生产线烟气汞的不同价态分布特征研究 |  |  |  |  |  |
| 3.3 | 烟气湿法/半干法脱硫装置协同脱汞效率及应用效果分析 |  |  |  |  |  |
| 3.4 | 试点项目技术经济成本等综合评估 |  |  |  |  |  |
| 4 | 水泥窑协同处置飞灰的汞去除技术改进可行性研究 |  |  |  |  |  |
| 4.1 | “水泥窑协同处置飞灰+窑灰外排”工程采样分析实验 |  |  |  |  |  |
| 4.2 | 水泥窑协同处置飞灰对烟气中汞的排放影响分析 |  |  |  |  |  |
| 4.3 | “水泥窑协同处置飞灰+窑灰外排”汞减排应用效果分析 |  |  |  |  |  |
| 4.4 | 试点项目技术经济成本等综合评估 |  |  |  |  |  |
| 5 | 项目中期会 |  |  |  |  |  |
| 6 | 水泥熟料生产企业大气汞排放控制技术评估报告 |  |  |  |  |  |
| 7 | 中国水泥行业大气汞排放控制政策建议 |  |  |  |  |  |
| 8 | 项目验收会 |  |  |  |  |  |

1. 资质要求
2. 单位资质要求
3. 具有5年或以上水泥熟料生产汞排放控制技术和相关管理政策研究经验；
4. 具有汞及其化合物环境样品采样和分析检测能力；
5. 具有较强的现场调研组织协调能力及丰富的调研经验；
6. 具有相关领域政策研究、分析报告编写经验。

（二）成员资质要求

1.子项目负责人

（1）团队负责人应具有正高级职称，具有较强的组织沟通和协调能力，具有环境管理领域10年以上工作经验；

（2）熟悉中国关于水泥熟料生产污染物控制相关技术和管理要求；

（3）具有丰富的政策研究、数据分析和报告编写经验；

（4）英文听说读写能力较强。

2.主要成员

（1）至少拥有副高级职称的核心成员2-3人，具有丰富的行业调研、数据分析、政策研究分析和报告写作经验，具有环境管理领域5年以上工作经验；

（2）英文听说读写能力较强的人员至少1名。

3.其他成员

（1）具有行业调研分析经验；

（2）优秀的英文听说读写能力

表4 子项目团队工作量安排

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **职务** | **工作内容** | **工作量****（人月）** |
| 项目负责人 | 1. 总体负责项目工作方案制定和实施
 | 7.5 |
| 1. 参与项目相关会议和活动
 | 1.5 |
| **小计** | 9 |
| 主要成员 | 1. 编制开题报告
 | 3 |
| 1. 编制三大类生产线筛选方案
 | 3 |
| 1. 编制三种除汞技术进展报告
 | 3 |
| 1. 编制水泥熟料生产企业大气汞排放控制技术评估报告
 | 6 |
| 1. 编制中国水泥行业大气汞排放控制政策建议
 | 6 |
| **小计** | 21 |
| 其他成员 | 1. 资料收集、数据整理等工作
 | 3 |
| 1. 为各项任务开展提供支持
 | 3 |
| **小计** | 6 |
| **合计** | 36 |

1. **子项目工作费用和服务需求**

表5 子项目工作费用和服务需求明细表

| **序号** | **类别** | **工作内容** |
| --- | --- | --- |
| 1. | 设备租赁（汞在线监测设备） | 为3家研究对象分别租赁在线汞分析仪器租各1台，其中包括安装、调试和拆除等相关费用 |
| 2. | 测试分析 | 用于对3家研究对象开展全过程物料分析和烟气平衡对比测试及分析评估。 |
| 3. | 耗材 | 研究3家企业过程中所需耗材包括但不限于：含活性炭雾化喷枪；活性炭、催化剂、石英舟；稳定运行期消耗的脱附材料等 |
| 4. | 文献资料查阅 | 用于纸质图书、统计、地方资料购买，具体为：1. 中文文献；
2. 图书、统计年鉴、报告等；
3. 国外文献
 |
| 5. | 市内交通 | 包括因工作需要（外出开会、加班、外出联络等等）产生的市内交通费 |
| 6. | 差旅 | 包括往返旅费、住宿费、餐费、出差补助 |
| 7. | 通讯 | 工作所需通讯费用 |
| 8. | 会议 | 子项目承担方内部会议，包括报告讨论会、进展沟通会等(20人次，1天，约6次) |
| 9. | 办公用品采购 | 报告打印、复印、印刷资料制作费用 |
| 10. | 人员报酬 | 支付给项目团队内研究人员的劳动报酬,包括项目咨询、报告撰写、项目其他工作文件的撰写等 |
| 11. | 劳务 | 临时聘用工作人员、聘用外部专家支持。 |

**九、项目实施机构提供的支持**

1. 提供其他相关项目成果；
2. 就本子项目相关技术内容或成果与其他子项目承担单位或专家进行协调。