

《磁珠烟气脱汞技术与装备》（征求意见稿）

编制说明

项目名称：磁珠烟气脱汞技术与装备

项目统一编号：

起草单位：华中科技大学、国能三河发电有限责任公司、国电电力发展股份有限公司、国能国华（北京）电力研究院有限公司、长江生态环保集团有限公司、中钢集团天澄环保科技股份有限公司、中南大学、武汉市衷合环保科技有限公司

主要起草人：赵永椿、杨建平、肖日宏、魏书洲、顾永正、余学海、张田田、朱俊杰、张军峰、徐宪龙、王东旭、刘毅、常林、张翼、吕璐、熊卓、张天乐、杨威、孙道荣、张军营

华中科技大学项目管理人：赵永椿

目录

1 工作简况	4
1.1 任务来源	4
1.2 主要工作过程	4
1.3 主要起草人及其所做的工作	6
2 标准制修订原则	6
3 标准主要条文或技术内容的依据；专利情况说明	6
4 主要试验、验证及试行结果	7
5 与相关标准的关系分析	7
6 采用国际标准的程度及水平说明	7
7 重大分歧或重难点的处理经过和依据	8
8 标准推广应用措施及预期效果	8
9 其他应说明的事项	8

1 工作简况

1.1 任务来源

近年来,国务院先后发布《煤电节能减排升级和改造行动计划(2014-2020)》、《打赢蓝天保卫战三年行动计划》等国家战略,煤电行业在常规污染物 SO₂/NO_x/颗粒物的排放控制实现了超低排放,处于世界领先水平。随着人们对生态环境品质需求的日益提升,包括汞等新兴非常规污染物的排放控制成为行业关注焦点。汞毒性强、易挥发、难捕获,现有的超低排放技术仍未有效解决汞逃逸难题。活性炭喷射技术是目前美国燃煤电厂应用最为广泛的烟气脱汞技术,但是,该技术存在运行成本高昂、汞二次释放、活性炭降低飞灰品质等明显的技术缺陷。

在国家相关政策的大力支持下,国内高校、科研院所和企业积极开展适合我国国情的脱汞技术研发工作,以磁珠脱汞技术等为代表的控制技术取得了显著进展。磁珠脱汞技术是指对燃煤飞灰进行磁选获得磁珠,改性后喷入到除尘器前的烟道中脱汞,随后吸附汞的磁珠被除尘器捕获,实现汞和颗粒物的协同脱除。目前我国已建成多个磁珠脱汞项目,具备 1000MW 燃煤机组磁珠脱汞的设计、建设及运行能力。

为了促进磁珠脱汞项目的规范化发展,提升磁珠脱汞技术的行业认知度,减少利益相关方的顾虑,华中科技大学、国能三河发电有限责任公司、国电电力发展股份有限公司、国能国华(北京)电力研究院有限公司、长江生态环保集团有限公司、中南大学、武汉市衷合环保科技有限公司等单位联合起来,组织了一批长期从事汞污染控制研究的科研和技术人员,结合多年来的科研成果、一线经验和知识积累,编制了《磁珠脱汞技术与装备》(征求意见稿),以期为我国磁珠脱汞项目建设运行提供重要保障,同时辐射和带动其他适合我国国情的脱汞技术的深入研究,推动国内煤电行业汞控制新技术、新装备的规范性,有效解决目前煤电行业脱汞项目实践过程中面临的相关技术规范缺乏问题。

1.2 主要工作过程

本次《磁珠脱汞技术与装备》(征求意见稿)编制工作,由华中科技大学、国能三河发电有限责任公司、国电电力发展股份有限公司、国能国华(北京)电力研究院有限公司、长江生态环保集团有限公司、中南大学、武汉市衷合环保科

技有限公司等单位共同承担。主要分为以下四个阶段：

（1）调研、准备阶段

2022年1月至2022年3月，由华中科技大学对磁珠脱汞技术的发展现状、用户需求、相关标准等进行调研，明确项目任务。

2022年4月至2022年6月，华中科技大学向中国环境科学学会申请标准制立项，经汞污染控制领域内专家函审后同意立项。华中科技大学组织国能三河发电有限责任公司、国电电力发展股份有限公司、国能国华（北京）电力研究院有限公司、长江生态环保集团有限公司、中南大学、武汉市衷合环保科技有限公司等单位，成立《磁珠脱汞技术与装备》编制工作组，落实人员组成。

（2）编制实施阶段

2022年7月至2023年6月，制订工作方案，明确起草标准的工作流程、主要任务、进度安排及组织分工。其中，中南大学承担“3 术语和定义”部分，华中科技大学、国能三河发电有限责任公司、国电电力发展股份有限公司共同承担“4 工艺系统”部分，华中科技大学、国能国华（北京）电力研究院有限公司共同承担“5 技术要求”部分，长江生态环保集团有限公司、武汉市衷合环保科技有限公司承担“6 检验方法”“7 验收”“8” 标牌、标志、包装、运输和贮存”部分，统稿工作由华中科技大学完成。

2023年6月~2023年11月，利用电子邮件、远程视屏会议等形式，华中科技大学多次召集承担单位研讨，共同编制形成“标准草案”及“编制说明”。

（3）征求意见阶段

2023年12月，中国环境科学学会组织多名汞污染控制领域的高校、科研机构、企业的权威专家，对此标准“标准草案”及“编制说明”进行了评审。专家们对各名词术语以及术语定义提出了意见和建议，结合试验、验证及试行结果对工艺系统和技术要求进行了充分论证，标准制订工作组针对意见逐条展开了反复讨论、修改完善和选择性采纳，形成标准“征求意见稿”及“编制说明”。

（4）验收定稿阶段

2024年1月-2月，由中国环境科学学会组织专家评审验收，经修改后完成《磁珠脱汞技术与装备》编制工作，提交最终成果。

1.3 主要起草人及其所做的工作

本标准由华中科技大学、国能三河发电有限责任公司、国电电力发展股份有限公司、国能国华（北京）电力研究院有限公司、长江生态环保集团有限公司、中南大学、武汉市衷合环保科技有限公司等单位共同起草。

本标准主要起草人：赵永椿、杨建平、肖日宏、魏书洲、顾永正、余学海、张田田、朱俊杰、张军峰、徐宪龙、王东旭、刘毅、常林、张翼、吕璐、熊卓、张天乐、杨威、孙道荣、张军营等。

所做的工作：赵永椿为标准组织编制人员，起草并全面协调标准的起草工作，负责各阶段标准的审核。杨建平、肖日宏、魏书洲、顾永正、余学海、张田田、朱俊杰、张军峰、徐宪龙、王东旭、刘毅、常林、张翼、吕璐、熊卓、张天乐、杨威、孙道荣、张军营等主要参与标准的起草及编写工作。熊卓、张田田、张天乐负责收集、分析国内外相关文献、标准、报告、图书等资料。

2 标准制修订原则

本标准根据《中国环境科学学会标准管理办法》有关规定组织编写，为了确保标准的准确性、权威性和可靠性，制修订工作遵循“统一性、协调性、适用性、一致性、规范性”的原则。

（1）本标准面向用户、服务产业，针对脱汞项目涉及产业分布广的特点，制修订工作广泛征求燃煤、有色、建材、化工等各行业的意见和建议，采取通用性要求和特殊性要求相结合的原则。

（2）本标准与现有的国际、国家、地区和行业标准相统一，制修订过程中与相关领域的标准组织和机构密切交流，确保与其他标准的协调一致性。

（3）本标准主要技术参数和评价指标尽可能量化，力求可操作性更强。

3 标准主要条文或技术内容的依据；专利情况说明

《磁珠脱汞技术与装备》的编制依据国家标准 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的相关要求进行制定。标准文本的编写，严格参照 GB/T 1.1 标准编写规则和标准规范结构参考体例进行。

涉及专利情况：

（1）利用飞灰中的磁珠催化氧化烟气中单质汞的方法及设备，专利号：201210158244.3。

(2) 用于燃煤烟气中单质汞氧化的催化剂、其制备及再生方法，专利号：201410355516.8.

(3) 一种可同时在线活化和喷射脱汞吸附剂的方法和装置，专利号：201610615746.2.

(4) 一种吸附剂活化及喷射脱汞一体化方法，专利号：201610618804.7.

(5) 一种旋流汞吸附剂喷射装置，专利号：201710837743.8

4 主要试验、验证及试行结果

本标准的内容完全符合国家环保工作的法律规章，相关技术已在 1000MW 燃煤机组上开展了磁珠脱汞工程验证，实施效果与美国主流的商业活性炭喷射技术相当，综合脱汞效率>98%，汞排放浓度<0.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，成本仅为商业活性炭喷射技术的 1/7，对我国燃煤行业脱汞技术的规范化起到了支撑作用，也有助于辐射和推动钢铁、有色、化工、建材等行业在汞控制技术与装备的研发。

5 与相关标准的关系分析

2017 年环保部颁布的《火电厂污染防治技术政策》指出，火电厂烟气中汞等重金属的去除应以脱硝、除尘及脱硫等设备的协同脱除作用为首选，若仍未满足排放要求，可采用单项脱汞技术，但是该技术政策未明确推荐可用的脱汞技术及相关规范。《磁珠脱汞技术与装备》的制定将成为上述技术政策的重要补充，填补煤电乃至有色、化工、建材等行业在汞控制技术与装备规范方面的空白。

6 采用国际标准的程度及水平说明

以“mercury”为关键词对国际标准化组织数据库进行检索，未见有专门针对汞控制技术方面的标准的报道。欧盟在 2006 年制定的《大型燃烧装置的最佳可行技术参考文件》推荐了汞的排放控制技术，主要是利用常规烟气净化装置，如选择性催化还原脱硝装置、湿法烟气脱硫装置、静电除尘器/袋式除尘器等装置的协同脱汞，但未推荐可用的专门脱汞技术及相关规范。2017 年生效的具有全球法律约束力的《关于汞的水俣公约》，要求缔约方在 5~10 年内，逐步采用最佳可用技术和最佳环境实践（BAT/BEP），自愿制定总量控制目标和排放限值，但未推荐可用的脱汞技术及相关规范。因此，本标准的制定无国际标准可采用。

7 重大分歧或重难点的处理经过和依据

标准编制过程无重大分歧意见。

8 标准推广应用措施及预期效果

本标准可为燃煤电厂烟气磁珠脱汞技术与装备提供依据，据预测，我国燃煤电厂如采用美国活性炭喷射技术脱汞，活性炭消耗量将达到 100 万吨/年，脱汞市场达到 50 亿元/年（活性炭成本~0.5 万元/吨），如能采用磁珠脱汞技术替代活性炭喷射技术将带来巨大的经济和社会效益。此外，该标准可推广应用到钢铁、有色冶金、垃圾焚烧、化工、建材等行业烟气汞排放控制。

9 其他应说明的事项

本标准无其他应说明事项。