**燃煤电站烟气污染物超低排放技术验证评价规范（征求意见稿）**

**编 制 说 明**

**中国环境科学学会**

**2020年3月**

目 录

[一、工作简况 - 1 -](#_Toc17900796)

[（一）任务来源 - 1 -](#_Toc17900797)

[（二）编制必要性 - 1 -](#_Toc17900798)

[（三）主要工作过程 - 3 -](#_Toc17900799)

[（四）国内外相关发展概况及趋势 - 4 -](#_Toc17900800)

[二、标准编制原则 - 5 -](#_Toc17900801)

[三、标准编制内容 - 6 -](#_Toc17900802)

[（一）编制依据 - 6 -](#_Toc17900803)

[（二）适用范围 - 7 -](#_Toc17900804)

[（三）主要内容 - 8 -](#_Toc17900805)

[1.指标体系设计 - 8 -](#_Toc17900806)

[2.验证评价程序 - 10 -](#_Toc17900807)

[3.验证评价方法 - 10 -](#_Toc17900808)

[4.资料收集方法 - 15 -](#_Toc17900809)

[四、主要试验、验证及试行结果 - 18 -](#_Toc17900810)

[五、与相关标准的关系分析 - 18 -](#_Toc17900811)

[六、贯彻措施及预期效果 - 18 -](#_Toc17900812)

[七、主要条文的说明 - 19 -](#_Toc17900813)

[（一）适用范围 - 19 -](#_Toc17900814)

[（二）资料收集 - 19 -](#_Toc17900815)

[（三）验证测试指标的选取 - 20 -](#_Toc17900816)

[（四）验证评价指标的确定 - 21 -](#_Toc17900817)

[八、其他应说明的事项 - 22 -](#_Toc17900818)

# 一、工作简况

## （一）任务来源

2016年7月，中国环境科学学会作为重点研发计划大气污染成因与控制技术研究项目《燃煤电站低成本超低排放控制技术及规模装备》课题一《烟气污染物超低排放关键技术及评估》子课题承担单位，承担了《燃煤电站超低排放技术验证研究》任务。

子课题的研究目标为针对我国超低排放技术成果评估机制不健全，推广交流机制不完善的问题，结合国内外技术评价推广机制调研分析，研究建立燃煤电站超低排放技术验证评价标准，开展验证评价试点，收集整理超低排放技术性能信息，向社会公开优秀技术性能信息，促进先进技术应用转化。研究成果为课题建立燃煤电厂烟气污染物超低排放技术评估方法，形成针对超低排放的关键技术标准及验证评价标准，为技术示范应用及评估提供重要支撑。

## （二）编制必要性

2015年12月，环境保护部等三部委联合发布了《全面实施燃煤电厂超低排放和节能改造工作方案》，方案要求到2020 年，全国所有具备改造条件的燃煤电厂力争实现超低排放（即在基准氧含量6%条件下，烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放浓度分别不高于10、35、50 毫克/立方米），全国有条件的新建燃煤发电机组达到超低排放水平。加快现役燃煤发电机组超低排放改造步伐，将东部地区原计划 2020 年前完成的超低排放改造任务提前至2017 年前总体完成；将对东部地区的要求逐步扩展至全国有条件地区，其中，中部地区力争在 2018 年前基本完成，西部地区在 2020年前完成。根据中国电力企业联合会发布的《2017年中国电力发展情况综述》，截至2017年年底，全国累计完成燃煤电厂超低排放改造7亿千瓦，占全国煤电机组容量比重超过70%，提前两年多完成2020年改造目标任务。

目前，燃煤电站烟气污染物超低排放技术市场需求迫切，技术成果评估机制不健全，推广交流机制不完善，开展技术验证评价与以往的燃煤电站污染控制技术评价有较大差别，对燃煤电站超低排放技术的验证评价工作带来较大挑战。

环境技术验证评价是受技术开发、使用者或其他利益相关者的委托，由第三方验证测试评价机构依据国家的测试规范、标准、法规等，在技术最具有代表性的运行条件下，对环保技术的环境保护效果、环境影响、经济性、可靠性以及其他技术持有方自我声明的技术性能等进行科学、客观、公正的验证和测试，在此基础上综合运用数理统计以及专家辅助评价等方法，对该技术性能进行评价和分析的方法。

为了推动环境技术验证评价制度（ETV）在中国的应用推广，由中国环境科学学会、中国环境科学研究院等25家单位发起成立了环境技术验证评价联盟，并以中国环境科学学会社团标准的形式发布了《环境保护技术验证评价 通用规范》、《环境保护技术验证评价 测试通用规范》等通用技术规范。环境技术验证评价技术通用规范等标准文件为各行业制定本行业的技术验证评价规范提供了科学的理论指导和依据。

因此，以环境技术验证评价技术体系为支撑，编制《燃煤电站烟气污染物超低排放技术验证评价规范》，是规范环境保护技术验证评价联盟成员单位实施的燃煤电站烟气污染物超低排放技术验证评价工作，确保验证评价结果的科学性、公正性、客观性的紧迫工作。

## （三）主要工作过程

（1）2016年7月~2017年6月

资料的收集和整理。对燃煤电厂行业大气污染特征、燃煤锅炉烟气污染治理的相关政策、标准及管理要求、燃煤锅炉烟气污染防治设备与技术现状、燃煤锅炉烟气评价技术现状进行了充分的调研，分析了燃煤电站烟气污染物超低排放技术评价现状及发展趋势。

（2）2017年7月~2017年12月

依据当前燃煤电站烟气污染物超低排放技术评价现状及存在的问题，讨论开展燃煤电站烟气污染物超低排放技术评价的所需资料清单，包括总体要求、基本信息、技术参数等。

（3）2018年1月~2018年6月

经课题组内部组织，与北京市劳动保护科学研究所负责的《燃煤电站烟气污染物超低排放技术验证评价测试规范》一起研讨，针对燃煤电站烟气的污染物种类、数量、净化设备的净化效率等指标，完成验证评价评价的环境效果指标、工艺运行指标、维护管理指标等研究内容。

（4）2018年7月~2018年12月

综合分析上述收集到的资料，编制组对技术规范的框架及内容进行多次讨论研讨并召开专家评审会议、检查会，完成了初稿的编写。并于2018年11月2日立项为中国环境科学学会团体标准，针对编制过程中的关键点、难点、有争议的地方，向相关专家咨询或组织了专题研讨会，妥善有效解决编制过程中遇到的问题。依据专家意见对相关文本进行了修改和完善。

（5）2019年1月~2019年7月

在上述工作基础上，进行了多次专家咨询和讨论，依据讨论研讨结果对评价规范做了进一步的修改和完善，编写形成《燃煤电站烟气污染物超低排放技术验证评价规范》文本及其编制说明。

（6）2019年8月~2020年3月

对宿迁电厂超低排放技术应用情况进行了现场调研，在专家咨询和讨论的基础上，依据讨论研讨结果对评价规范做了进一步的修改和完善，形成《燃煤电站烟气污染物超低排放技术验证评价规范》文本及其编制说明的征求意见讨论稿。

## （四）国内外相关发展概况及趋势

发达国家和地区在大气污染防治技术评价方面基本上已经进行了较为全面、系统的研究，形成了包括美国EPA的最佳可行控制技术（BACT）、环境技术验证评价（ETV），欧盟的最佳可行技术（BAT）等比较成熟、完善的评价体系。ETV制度最早是由美国提出，其旨在解决环保企业仅凭自身测试数据和报告难以让用户消除可靠性方面质疑、实现环境技术的商业化推广；并作为一种专门针对环保创新型技术的评价方法，由第三方机构开展实验设计、测试和性能评价，为潜在的用户提供客观的数据和技术评价参考。ETV制度主要分为美国模式和加拿大模式，其不同点主要体现在验证机构和测试机构的一体性方面。目前，全球ETV验证项目数量逐年递增，以韩国为例，过去十年间环境技术验证已累计为韩国环保企业增加直接经济收入约30亿元，对环保产业的创新引领作用明显。

近30年来，我国在大气污染防治技术评价方面进行了积极的探索，根据《环境保护科学技术奖励办法》、《国家先进污染防治技术目录》以及《污染防治可行技术指南编制导则》（HJ 2300-2018），形成了包括环境保护科学技术奖、技术目录、成果鉴定三个方面的技术评价体系。在我国环境技术验证仍是一项发展中的新型环境技术评价制度，2011年我国开展了首个环境技术验证（ETV）项目，在环境保护部的牵头下，由中国环境科学学会联合清华大学及相关环保监测部门启动了对于浙江诸暨市菲达宏宇环境发展有限公司自主研发的水蚯蚓原位消解污泥技术的ETV验证。至今，我国已经建立了由秘书处、验证机构、测试机构和技术申请者四部分组成的ETV组织机构，秘书处设在中国环境科学学会。

为了推动ETV制度在中国的推广，2015年6月中国环境科学学会、中国环境科学研究院等25家单位发起成立了环境技术验证评价联盟，并以中国环境科学学会社团标准的形式发布了《环境保护技术验证评价 通用规范》《环境保护技术验证评价 测试通用规范》等通用技术规范及分技术领域规范《污水生物处理技术验证评价规范》，推动了我国环境技术验证评价的发展。

在燃煤电厂污染防治技术领域，满足烟气超低排放的颗粒物治理技术包括袋式除尘、电除尘、电袋复合除尘等技术，二氧化硫治理技术包括石灰石/石灰-石膏湿法、氧化镁法和烟气循环流化床法脱硫技术；氮氧化物治理技术包括SCR、SNCR和SNCR-SCR联合法等技术。燃煤锅炉烟气超低排放的技术组合有：SNCR脱硝技术+袋式除尘技术+湿法脱硫技术；SCR脱硝技术+袋式除尘技术+湿法脱硫技术；SNCR-SCR联合脱硝技术+袋式除尘技术+湿法脱硫技术；SNCR脱硝技术+干式电除尘+烟气循环流化床法+袋式除尘技术；SNCR-SCR联合脱硝技术+烟气循环流化床法+袋式除尘技术等。目前各国开展的验证评价工作主要以除尘、脱硫等单独工艺段为主，未检索到多污染物协同减排技术的验证案例。

# 二、标准编制原则

本研究在借鉴国外验证评价体系发展的经验教训基础上，以实现验证评价体系的可持续的发展，推动环保技术的创新发展为目标，确定了燃煤电站烟气污染物超低排放技术验证评价规范的设计原则。

（1）符合国家的相关法规、政策、技术标准。

我国现行的环境法规、环境政策，国家、地方、行业的排放标准、技术规范等是本指标体系设计的主要依据和立足点。

（2）为技术使用者提供系统、全面的技术运行信息，确保验证结果的科学性。

指标体系应具有系统性和完整性，各指标具有明确的内涵，验证指标的设计应能够真实、准确地反映技术的环境保护效果和技术特点、创新性，确保验证评价结果的科学性。

（3）保护技术开发者的知识产权。

验证评价以推动环保技术的创新发展为目标，侧重技术的实际使用效果的测试和评价，避免涉及和泄露技术的核心内容。在满足验证最低测试要求的基础上，企业具有特征指标的选择权，增加验证过程中的企的参与度，提高技术创新主体参加验证评价的积极性。

（4）结合中国国情，注重实用性、可操作性，支撑验证评价制度的可持续发展。

从中国的经济发展水平和验证成本等角度出发，评价指标的设计不宜过于复杂，要充分考虑测试数据的获得可能性，应便于操作和应用，增加对企业的吸引力，支撑验证评价制度的可持续发展。

（5）充分考虑今后与国际接轨的可能性。

验证评价制度的国际化趋势已经显现，我国的验证评价指标体系的设计应充分考虑与国际上其他国家接轨的可能性，为将来实现国际互认奠定基础，为中国的企业参与国际竞争提供支撑。

根据上述原则开展了燃煤电站烟气污染物超低排放技术验证评价规范的编制工作。

# 三、标准编制内容

## （一）编制依据

本规范引用了下列文件及条款。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

GB 8978 污水综合排放标准

GB 13223 火电厂大气污染物排放标准

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB 18597 危险废物贮存污染控制标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

HJ 836 固定污染源废气低浓度颗粒物的测定重量法

GB/T 19001 质量管理体系要求

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

HJ 75 固定污染源烟气（SO2、NOx、颗粒物）排放连续监测技术规范

HJ 493 水质样品的保存和管理技术规定

HJ 494 水质采样技术指导

HJ 495 水质采样方案设计技术规定

HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范

HJ/T 397 固定源废气监测技术规范

T/CSES-1 环境保护技术验证评价 通用规范（试行）

T/CSES-2 环境保护技术验证评价 测试通用规范（试行）

《国家危险废物名录》（环境保护部令第39号）

《危险废物转移联单管理办法》（国家环境保护总局令第5号）

## （二）适用范围

本规范规定了燃煤电站超低排放技术验证评价程序、验证测试指标、测试周期、测试方法、评价方法等内容。

本规范适用于燃煤电站烟气污染物超低排放单项技术或组合技术的验证评价。

燃煤电站超低排放技术验证评价的主要对象是建立在一定科学原理基础上，已完成工业性试验并已有两个及以上工业应用，具有市场推广前景的新技术或改良现有技术的验证评价也可参照本规范执行。

## （三）主要内容

### 1.指标体系设计

本规范依据《环境保护技术验证评价 通用规范（试行）》（T/CSES-1）等文件的相关规定开展燃煤电站超低排放技术验证评价规范设计。验证评价指标以定量为主，以定性指标为辅。指标分为通用指标和可选指标两种类型。通用指标是必选指标，是完成验证评价工作所需的基本要求；可选指标，可根据技术特征、污染物特征、委托方要求等进行确定。验证评价指标一般分为环境效果指标、工艺运行指标和维护管理指标三类，测试指标体系见表3-1。

表3-1 燃煤电站超低排放技术验证评价测试指标体系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 一级指标 | 二级指标 | 三级指标 |
| 环境效果指标 | 常规指标 | SO2、NOx、颗粒物 |
| 非常规指标 | PM10、PM2.5、SO3、Hg等重金属等 |
| 工艺运行指标 | 运行参数 | 除尘技术 | 过滤风速 |
| …… |
| 脱硫技术 | 液气比 |
| …… |
| 脱硝技术 | 氨氮比 |
| …… |
| 维护管理指标 | 环境影响 | 噪声 | 等效连续A声级（LAeq） |
| 废水 | 脱硫废水 |
| …… |
| 固废 | 脱硫副产物 |
| …… |
| 资源、能源消耗指标 | 耗电量 |
| 资源消耗量 |
| 耗水量 |
| …… |
| 操作及维护管理指标 | 故障及异常发生频率 |
| …… |

环境效果指标应根据技术自我声明、测试对象和被评价技术处理的目标污染物等来选取。环境效果指标见表3-2。

表3-2 环境效果指标

|  |  |
| --- | --- |
| 处理技术 | 环境效果指标 |
| 常规指标 | 非常规指标 |
| 除尘技术 | 颗粒物 | PM10、PM2.5、Hg等重金属等 |
| 脱硫技术 | SO2、颗粒物 | PM10、PM2.5、可溶盐、Hg等重金属等 |
| 脱硝技术 | NOx | NH3、SO3等 |

工艺运行指标根据燃煤电站烟气污染物超低排放技术的具体情况确定，参照表3-3 。

表3-3 工艺运行指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 烟气污染物治理技术 | 指标 | 单位 |
| 除尘技术 | 烟气量 | m3/h |
| 氧含量 | % |
| 烟气温度 | ℃ |
| 烟气流速 | m/s |
| 其他 | - |
| 脱硫技术 | 烟气量 | m3/h |
| 氧含量 | % |
| 烟气温度 | ℃ |
| 烟气流速 | m/s |
| 钙（镁、钠等）硫比 | - |
| 液气比 | - |
| 循环水pH值 | - |
| 入口二氧化硫浓度 | mg/m3 |
| 其他 | - |
| 脱硝技术 | 烟气量 | m3/h |
| 烟气流速 | m/s |
| 工作温度窗口 | ℃ |
| 氨氮摩尔比 | - |
| 氨逃逸质量浓度 | mg/m3 |
| 其他 | - |

维护管理指标包括工艺运行过程中的环境影响、原材料消耗和能耗、运行及维护管理性能，应根据燃煤电站烟气污染物超低排放技术的具体情况参照表3-4进行选择。

表3-4 烟气治理技术维护管理指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目分类 | 运行及维护管理项目 | 单位 |
| 原料及资源消耗 | 原料耗（煤） | t/h |
| 药剂种类及用量 | t/h |
| 电耗 | Kw·h/h |
| 水耗 | t/h |
| 噪声 | 等效连续A声级 | dB(A) |
| 废水 | 污水处理设施药剂添加量 | t/h |
| 固体废物 | 脱硫副产物产生量 | t/h |
| 废滤袋产生量 | t/单位时间 |
| 废脱硝催化剂产生量 | t/单位时间 |
| 污泥产生量 | t/h |
| 其他 | - |
| 运行及维护管理 | 故障和异常的发生频率 | - |
| 故障排除的难易程度 | - |
| 其他 | - |

### 2.验证评价程序

现场验证应保证在75%以上设计负荷条件下开展测试，保持稳定负荷运行时间不少于3天，原则上保持燃煤煤质稳定时间不少于3天，保证脱硫剂、脱硝剂、水处理药剂等辅料用量及质量保持稳定时间不少于3天。

### 3.验证评价方法

验证评价是在对测试数据进行统计分析的基础上，对数据结果给出科学、合理的评价。本规范确定了以定量测试分析为主，定性描述未辅的原则，一般采用均值、中位数、数据范围、方差等对环境效果指标、工艺运行指标及维护管理指标等进行统计分析，并围绕着技术自我声明的内容，对燃煤电站烟气污染物超低排放技术的污染物去除率、处理效果稳定性、运行可靠性、经济性等进行综合评价。

#### （1）验证评价测试周期和样本数

验证测试周期的设定，应能充分反映烟气治理技术的处理效果、技术运行可靠性、稳定性、技术经济性、环境友好性等。确定燃煤电站废气超低排放技术的现场验证测试周期前，需掌握企业的生产周期、煤种、设备检修周期等详细信息，作为确定验证评价测试周期的重要依据。燃煤电站烟气污染物超低排放技术现场验证周期不宜少于30天。

验证测试样本数的确定应符合T/CSES-2中4.3的相关规定。在考虑科学合理采样频率的条件下，验证测试周期的设定应满足数据评价最低样本数要求。

#### （2）验证评价指标的采样方法

根据所收集的技术资料，充分研究验证技术工艺流程、技术特点、创新点、已有数据等信息，合理设置具有代表性的采样点。采样点宜选择在烟气处理系统进气烟道和排气烟道两处，采样点位应符合GB/T 16157的要求。

采样频率应能满足可真实反映验证工艺绩效的最低样本数的要求。常规大气污染物颗粒物、二氧化硫、氮氧化物需1天至少分早、中、晚采3个样品，样品采样间隔需大于2小时；非常规污染物PM2.5、PM10、Hg等重金属等需1天至少分上下午采2个样品，样品采样间隔需大于1小时。对于污染物治理工艺产生废水需1天分早、中、晚共采3个样品，样品采样间隔需大于2小时。

样品的采集应参照标准方法执行。气态样品采集应按照GB/T 16157和《空气和废气监测分析方法（第四版）》中的相关要求执行；废水样品，样品的采集应按照HJ494和HJ495的相关规定执行。样品采集时，需对每个样品贴上标签，注明样品编号、样品类型、采样时间等信息，样品标识应具有唯一性，避免混淆和出错，并保证样品量足够用于检测分析。采样人应及时填写采样记录表。所有样品信息都需要在采样记录表中体现，采样记录表作为评价过程记录文件，需妥善保存。

样品的保存参照标准方法执行，如无标准方法参照《空气和废气监测分析方法（第四版）》中的相关要求执行。废水样品的保存应按照HJ493的相关规定执行。测试机构现场工作人员采集好样品，并用专门的样品箱保存样品，根据要求保存要求及时送至实验室。样品运输前应将容器的外（内）盖盖紧，装箱时应用泡沫塑料等分隔，以防破损；运输过程中，做好防震处理，避免日光照射，并要防止新的污染物进入容器或玷污瓶口。

#### （3）验证评价指标的测试方法

1）环境效果指标测试方法

对于环境效果指标的检测应优先选择现行的国家或行业标准方法作为检测方法。当指标没有相应的现行国家或行业标准方法时，可采用国际或国外标准，以及《空气和废气监测分析方法》（中国环境科学出版社，第四版增补版）。当指标无现行的方法进行测试时，可由测试机构进行开发，并进行必要的方法学验证，形成可操作的文件，并作为测试报告的附件。燃煤电站烟气污染物超低排放技术测试指标及方法见表3-5，但并不仅局限于该表中项目可自定义，检测标准按规定执行。

**表3-5 燃煤电站烟气污染物超低排放技术测试指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 测试指标 | 方法标准名称 | 方法标准编号 |
| 颗粒物 | 锅炉烟尘测试方法 | GB 5468-91 |
| 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法 | GB/T 16157-1996 |
| 固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 重量法 | HJ 836-2017 |
| 二氧化硫 | 固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法 | HJ/T 56-2000 |
| 固定污染源排气 二氧化硫的测定 定电位电解法 | HJ 57-2017 |
| 固定污染源废气 二氧化硫的测定 非分散红外吸收法 | HJ 629-2011 |
| 氮氧化物 | 固定污染源排气中氮氧化物的测定 紫外分光光度法 | HJ/T 42-1999 |
| 固定污染源排气中氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法 | HJ/T 43-1999 |
| 固定污染源废气 氮氧化物的测定 非分散红外吸收法 | HJ 692-2014 |
| 固定污染源排气 氮氧化物的测定 定电位电解法 | HJ 693-2014 |
| 汞及其化合物 | 固定污染源废气 汞的测定 冷原子吸收分光光度法（暂行） | HJ 543-2009 |
| 固定污染源废气 气态汞的测定 活性炭吸附热裂解原子吸收分光光度法 | HJ 917-2017 |
| OHM法  |  |
| M29法 |  |
| 三氧化硫 | EPA 8异丙醇吸收法 |  |
| EPA 8A冷凝法 |  |
| 火电厂烟气中 SO3测试方法 控制冷凝法 | DL/T 1990-2019 |
| 石灰石-石膏湿法烟气脱硫装置性能验收试验规范 | DL/T 998-2016 |
| 可溶盐 | EPA 202冷凝法 |  |
| 烟气参数 | 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法 | GB/T 16157-1996 |
| 备注：测试指标并不仅局限于上述几项，可自定义，检测标准按规定执行。 |

2）工艺运行指标测试方法

工艺运行指标应优先选择现行的国家或行业标准方法作为测试方法。在企业已有数据真实可信的条件下，可直接采用企业自测数据；在企业数据缺失或可疑情况下，应开展现场测试。

烟气参数烟气量、温度、氧含量等按照GB/T 16157的相关规定执行；污染物浓度测定按照其对应的标准方法的相关规定执行。技术治理设施的工艺参数参照其工程技术规范的相关规定执行，无技术规范的选择适当的方法。

3）维护管理指标测试方法

对于操作及维护管理过程，应当记录故障发生时间、原因、排除方法，并对测试期间的故障次数、故障频率等进行统计，考察故障和异常的发生频率。记录故障发生时间、是否可以简单的排除故障及排除故障所需时间，考察故障排除的难易程度。检查并记录设备的连续稳定运转时间，考察设备稳定运转性能。检查并记录自动控制的可靠性，手动系统的可靠性，有无自动报警系统等，考察控制系统的可靠性。

对于环境影响、原料及资源消耗指标可以通过设备运行参数获得，具体获取方式可参考表3-6所示方法。

**表3-6 维护管理指标测试方法**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目分类 | 运行及维护管理项目 | 具体指标的获取方式 |
| 原料及资源消耗 | 原料耗（煤） | 计量泵测定 |
| 药剂种类及用量 | 计量泵或加药设备消耗测定 |
| 电耗 | 全部测试对象的电力消耗，实际测量或计算 |
| 水耗 | 计量泵或计量表 |
| 噪声 | 等效连续A声级 | 按照GB1234进行现场检测 |
| 废水 | 污水处理设施药剂添加量 | 计量泵或加药设备消耗测定 |
| 固体废物 | 脱硫副产物产生量 | 计量泵测定 |
| 废滤袋产生量 | 计量泵测定 |
| 废脱硝催化剂产生量 | 计量泵测定 |
| 污泥产生量 | 计量泵测定 |

#### （4）验证评价指标的数据处理

验证评价是在对测试数据进行统计分析的基础上，对数据结果给出科学、合理的评价。一般采用均值、中位数、数据范围、方差等对环境效果指标、工艺运行指标及维护管理指标等进行统计分析，并围绕着技术自我声明的内容，对燃煤电站烟气污染物超低排放技术的污染物去除率、处理效果稳定性、运行可靠性、经济性等进行综合评价。

1）污染物去除率

污染物去除率是验证评价环境效果的重要参数，按照以下公式计算污染物的去除率。同时，对净化装置出口污染物排放浓度的波动、抗负荷冲击能力、连续稳定运行状况等进行分析评价。

去除率（%）=（Ci进- Ci出）/ Ci进×100% （式3-1）

式中：Ci进——技术依托装置第i种污染物的进口浓度，mg/m3；

Ci出——技术依托装置第i种污染物的出口浓度，mg/m3。

2）处理效果稳定性

对净化装置出口污染物排放浓度的波动、抗负荷冲击能力、连续稳定运行状况等进行分析评价。

3）运转可靠性

运行可靠性指标主要根据维护管理难易程度、故障发生频率、排除故障的难易程度、维护管理所需要的技能水平等来进行分析和判断。运行稳定、基本没有发生故障情况可认为运行可靠；发生过故障，但没有影响整体运行，故障很容易被排除的情况可认为运行基本可靠；故障频繁或故障发生后不易排除等情况可认为运行可靠性差。

4）经济性

经济性指标主要通过水耗量、电耗量、污染物脱除用药剂量、污染物脱除副产物利用量、维护管理所需人数、装置占地面积等来评价。

5）维护管理方便性

根据维护管理工作量、维护管理难易程度、维护管理所需要的技能水平等来评价燃煤电站烟气污染物超低排放技术的维护管理性能。能够在无人干扰状态下，实现较长时间的稳定运行时可认为维护管理方便性好，维护管理工作量大或操作复杂，对维护管理人员技术水平要求高，可认为维护管理方便性差。

### 4.资料收集方法

为保证验证评价结果的科学性、公正性、客观性，验证评价方案编制前需要对验证技术的技术信息进行收集、整理和分析。技术信息资料分为基本信息和设计参数两类，技术持有方所提供的技术信息是编制验证评价方案、验证评价报告的基础。

基本信息中，技术创新性主要阐述创新技术或改良技术的基本原理、主要创新点和特点。技术适用性阐明验证评价技术对烟气条件、预处理、后处理的要求等适用条件等。已有数据部分可提供所验证的技术有以往的运行数据与资料，经审核后这部分数据可作为验证评价的参考资料。提供的数据必须确保真实、可靠，且同时提供获得数据的环境条件、背景情况等且已有数据的审核应符合T/CSES-1附录3要求。

设计参数主要反映验证评价项目的设计条件。该部分以知识产权保护为原则，根据技术的类型，由技术持有方从表3-7中选取能够反映技术特点、可公开的设计参数，供验证评价机构参考。为准确反映技术的特征，设计参数指标的选取不宜少于2项。

**表3-7 技术资料**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 分类 | 指标 | 单位 |
| 基本信息 | 技术创新性 | - |
| 技术适用性 | - |
| 技术自我声明 | - |
| 主要设备 | - |
| 已有数据 | - |
| 其他 | - |
| 设计参数 | 除尘技术 | 袋式除尘 | 运行烟气温度 | ℃ |
| 滤料型式 | - |
| 过滤风速 | m/min |
| 除尘器阻力 | Pa |
| 可实现颗粒物排放浓度 | mg/m3 |
| 其他 | - |
| 电除尘 | 运行烟气温度 | ℃ |
| 同极距 | mm |
| 烟气流速 | m/s |
| 比集尘面积 | m2/m3/s |
| 除尘器阻力 | Pa |
| 可实现颗粒物排放浓度 | mg/m3 |
| 其他 | - |
| 电袋除尘 | 运行烟气温度 | ℃ |
| 电区比集尘面积 | m2/m3/s |
| 滤料型式 | — |
| 过滤风速 | m/min |
| 除尘器阻力 | Pa |
| 可实现颗粒物排放浓度 | mg/m3 |
| 其他 | - |
| 脱硫技术 | 湿法 | 吸收塔运行温度 | ℃ |
| 烟气流速 | m/s |
| 喷淋层数 | - |
| 钙（镁、纳等）硫比 | - |
| 液气比 | L/m3 |
| 浆液pH值 | - |
| 吸收剂名称 | % |
| 吸收塔出口液滴浓度 | mg/m3 |
| 吸收塔入口二氧化硫浓度 | mg/m3 |
| 脱硫效率 | % |
| 可实现二氧化硫排放浓度 | mg/m3 |
| 脱硫废水的处置方式 | — |
| 脱硫副产物的处置方式 | — |
| 其他 | — |
| 干法/半干法 | 吸收塔运行温度 | ℃ |
| 出口烟气温度 | ℃ |
| 烟气停留时间 | s |
| 烟气流速 | m/s |
| 钙硫比 | - |
| 吸收剂纯度 | % |
| 吸收剂粒径 | - |
| 吸收塔入口二氧化硫浓度 | mg/m3 |
| 脱硫效率 | % |
| 可实现二氧化硫排放浓度 | mg/m3 |
| 脱硫副产物的处置方式 | — |
| 其他 | — |
| 脱硝技术 | SCR脱硝 | 工作温度窗口a | ℃ |
| 氨氮摩尔比 | — |
| 烟气流速 | m/s |
| 氨逃逸浓度 | mg/m3 |
| 二氧化硫转化为三氧化硫的比例 | % |
| 反应器入口氮氧化物浓度 | mg/m3 |
| 脱硝效率 | % |
| 可实现氮氧化物排放浓度 | mg/m3 |
| 其他 | — |
| SNCR脱硝 | 工作温度窗口 | ℃ |
| 氨氮摩尔比 | — |
| 还原剂类型 | — |
| 还原剂停留时间 | s |
| 氨逃逸质量浓度 | mg/m3 |
| 氮氧化物初始浓度 | mg/m3 |
| 脱硝效率 | % |
| 可实现氮氧化物排放浓度 | mg/m3 |
| 其他 | — |

# 四、主要试验、验证及试行结果

依据本验证评价规范，指导完成多套燃煤电站烟气超低排放治理装备的验证评价，并已公开发布验证评价结论，证实本规范具有科学性、公正性与可操作性。

# 五、与相关标准的关系分析

本规范规定的内容均符合国家相关的环保政策。同时，本规范作为我国环境技术评价体系中的一部分，在编制过程中，有关条款能引用国家现有国家标准或行业标准的直接进行了引用，尽量避免重复，力求简化。内容上力求突出燃煤电站污染物超低排放技术验证评价特有的技术要求，层次上尽量体现与各标准之间的衔接配套关系。对于烟气测试指标这类通用的监测方法（例如NOx、SO2等指标）在本验证评价规程中没有做出规定，可直接参考国家已制定的标准测试方法。

采用本规范开展燃煤电站烟气污染物超低排放技术验证评价，工作程序、方法等还应符合《 环境保护技术验证评价 通用规范（试行）》（T/CSES-1）、《环境保护技术验证评价 测试通用规范（试行）》（T/CSES-2）的规定。

# 六、贯彻措施及预期效果

“环境保护技术验证评价联盟”（以下简称ETV联盟）于2015年6月在北京成立。ETV联盟由中国环境科学学会与中国环境科学研究院等共同发起，25家单位自愿组成，并于同年正式运行。本规范作为ETV联盟系列技术标准之一，旨在指导联盟成员规范化、标准化开展ETV工作。本规范作为团体标准发布后，编制单位将进行全国范围的培训，贯彻本标准的执行。本规范的发布将推动环境技术验证评价工作在全社会范围内规范化、标准化开展。

# 七、主要条文的说明

## （一）适用范围

本规范规定了燃煤电站超低排放技术验证评价程序、验证测试指标、测试周期、测试方法、评价方法等内容。

本规范适用于燃煤电站烟气污染物超低排放单项技术或组合技术的验证评价。

燃煤电站超低排放技术验证评价的主要对象是建立在一定科学原理基础上，已完成工业性试验并已有两个及以上工业应用，具有市场推广前景的新技术或改良技术现有技术的验证评价也可参照本规范执行。

## （二）资料收集

本规范针对燃煤电站烟气污染物超低排放单项技术或组合技术开展验证评价，综合收集除尘、脱硫、脱硝等工艺段的技术参数，从环境效果、工艺运行以及维护管理开展全面评价，并收集相关资料。根据不同工艺段的技术特征，本规范提出典型工艺工段技术资料收集内容见表3-7。对于表中未提及的相关技术，应当参照相同或相近原理技术的特征指标开展资料收集工作。

资料收集主要包括基本信息及设计参数两部分工作。基本信息以技术创新性、技术适用性、主要设备以及技术自我声明等技术描述文件为主，阐明技术的基本原理、主要创新点、适用条件等；同时，可以提供以往的运行数据与资料作为验证评价的参考资料。设计参数反映了验证评价项目的设计条件，本规范根据不同技术的技术类型，制定了相应的技术参数，由技术持有方从表3-7中选取能够反映技术特点、可公开的设计参数，供验证评价机构参考。

## （三）验证测试指标的选取

本规范旨在技术、经济、环境影响等方面全面开展燃煤电站烟气污染物超低排放单项技术或组合技术的验证评价，并针对不同工艺段的技术特征从环境效果、工艺运行以及维护管理三个方面构建了指标体系。

本规范综合考虑污染控制技术不同工艺段的技术特征、污染物协同减排以及次生环境影响制定的环境效果指标。对于除尘技术，本规范除考虑颗粒物外还增加了PM10、PM2.5、Hg等重金属指标。对于脱硫技术，本规范除考虑了SO2、颗粒物外，还增加了PM10、PM2.5、可溶盐、Hg等重金属等。对于脱硝技术，本规范出考虑了NOx排放外，还考虑了氨逃逸以及SO3问题增加了NH3、SO3指标。

本规范综合考虑了污染控制技术不同工艺段的技术适用性、污染物去除效果、经济成本等，制定了工艺运行指标。对于除尘技术，本规范考虑了烟气量、氧含量、烟气温度、烟气流速等指标。对于脱硫技术，本规范在除尘技术基础上还考虑了，钙（镁、钠等）硫比、液气比、循环水pH值、入口二氧化硫浓度，以反映脱硫技术的适用范围等技术特点。对于脱硝技术，本规范考虑了烟气流量、工作温度窗口、氨氮摩尔比以及氨逃逸浓度等，反映了脱硝技术的技术适用范围、脱硝剂使用情况以及氨逃逸等技术特点。

本规范综合考虑了污染控制技术不同工艺段的原料及资源消耗情况、次生环境影响以及运行维护难度等，制定了维护管理指标。从原料及资源消耗方面，本规范考虑了原料消耗量、药剂消耗量以及水电消耗量，以反映污染控制技术在实际应用中的经济性。从次生环境影响方面，本规范考虑了噪声、废水以及固体废物产生情况，反映污染控制技术的次生环境影响。在运行及维护方面，本规范考虑了故障和异常的发生频率、故障排除难易程度等指标，反映了技术在实际应用中的运行维护的难易程度以及技术稳定性。

## （四）验证评价指标的确定

验证评价是在对测试数据进行统计分析的基础上，对数据结果给出科学、合理的评价。一般采用均值、中位数、数据范围、方差等对环境效果指标、工艺运行指标及维护管理指标等进行统计分析，并围绕着技术自我声明的内容，对燃煤电站烟气污染物超低排放技术的污染物去除率、处理效果稳定性、运行可靠性、经济性等进行综合评价。

（1）处理效果稳定性评价

烟气污染控制技术不同工艺段的技术特征、污染物协同减排以及次生环境影响制定的环境效果指标。对于除尘技术，本规范除考虑颗粒物外还增加了PM10、PM2.5、Hg等重金属指标。对于脱硫技术，本规范除考虑了SO2、颗粒物外，还增加了PM10、PM2.5、可溶盐、Hg等重金属等。对于脱硝技术，本规范出考虑了NOx排放外，还考虑了氨逃逸以及SO3问题增加了NH3、SO3指标。因此，对净化装置出口污染物排放浓度的波动、抗负荷冲击能力、连续稳定运行状况等进行分析评价；对净化装置协同脱除污染物排放浓度、新产生污染物的排放浓度进行分析评价。

（2）经济性评价

烟气污染物治理技术主要通过用化学药剂实现污染物脱除，在此过程中将会消耗水、电，需要人员维护、净化装置布局需要占地，污染物脱除后可能会产生副产物，副产物的综合利用等，因此，经济性评价主要通过水耗量、电耗量、污染物脱除用药剂量、污染物脱除副产物利用量、维护管理所需人数、装置占地面积等来评价。

（3）运转可靠性

运行可靠性指标主要根据维护管理难易程度、故障发生频率、排除故障的难易程度、维护管理所需要的技能水平等来进行分析和判断。运行稳定、基本没有发生故障情况可认为运行可靠；发生过故障，但没有影响整体运行，故障很容易被排除的情况可认为运行基本可靠；故障频繁或故障发生后不易排除等情况可认为运行可靠性差。

（4）维护管理方便性评价

根据维护管理工作量、维护管理难易程度、维护管理所需要的技能水平等来评价燃煤电站烟气污染物超低排放技术的维护管理性能。能够在无人干扰状态下，实现较长时间的稳定运行时可认为维护管理方便性好，维护管理工作量大或操作复杂，对维护管理人员技术水平要求高，可认为维护管理方便性差。

# 八、其他应说明的事项

鉴于本规范为首次制定，在实施过程中可采用先试行，根据反馈的问题和技术进步情况，进行进一步的修订完善，力争最终形成适用的、先进的污染治理技术验证评价的规范性技术文件，更好的满足我国生态环境技术评价需要。此外，随着经济的发展和技术的进步，以及对环保技术研究的不断深入及实践经验的不断积累，根据环境技术发展的实际需要，指标体系和规范的内容应不断得到完善、拓展和更新。