

TSG 特种设备安全技术规范

TSG 91—2021

锅炉节能环保技术规程

Regulation on Energy Conservation and Environmental
Protection Technology for Boiler

国家市场监督管理总局发布

2021年12月30日

前 言

2019年6月，国家市场监督管理总局特种设备安全监察局(以下简称特种设备局)下达制订《锅炉节能环保技术规程》(以下简称《节能规》)的立项任务书。

2019年7月，中国特种设备检测研究院组织有关专家成立起草工作组，召开起草工作组首次全体会议，制订《节能规》的起草工作方案，确定制订原则、重点内容及结构框架，并且制订起草工作时间表。起草工作组和各专业小组分别开展调研、起草工作，多次召开研讨会，形成《节能规》草案。

2019年10月，起草工作组召开全体会议，对《节能规》草案内容进行了调整，其后经多次讨论、研究，形成征求意见稿。2021年3月29日，特种设备局以公告形式征求社会意见。

2021年6月，起草工作组再次召开会议，对相关意见进行讨论，形成送审稿。起草工作组根据审议意见进行修改、完善后，形成报批稿。2021年12月30日，《节能规》由国家市场监督管理总局批准发布。

本规程将《锅炉节能技术监督管理规程》(TSG G0002—2010)、《工业锅炉能效测试与评价规则》(TSG G0003—2010)两个安全技术规范进行整合，基本保留了原来安全技术规范中行之有效的主体内容，同时按照《中华人民共和国大气污染防治法》的要求增加了锅炉环保的基本要求。本规程还结合近年来锅炉节能环保技术的发展和相关政策要求，优化了锅炉节能环保的相关内容。

目 录

| | | |
|------|-----------------------|------|
| 1 | 总则 | (1) |
| 2 | 设计 | (1) |
| 3 | 制造、安装、改造和修理 | (5) |
| 4 | 销售和进口 | (7) |
| 5 | 使用节能管理 | (7) |
| 6 | 测试与评价 | (9) |
| 7 | 附则 | (9) |
| | | |
| 附件 A | 工业锅炉热效率指标 | (11) |
| 附件 B | 锅炉能效测试与评价方法 | (14) |
| 附件 C | 锅炉大气污染物初始排放测试方法 | (17) |
| 附件 D | 锅炉仪表配置基本要求 | (21) |

国家市场监督管理总局

锅炉节能环保技术规程

1 总 则

1.1 目的

为了规范锅炉节能环保工作，根据《中华人民共和国特种设备安全法》《中华人民共和国节约能源法》《中华人民共和国大气污染防治法》《特种设备安全监察条例》《高耗能特种设备节能监督管理办法》，制定本规程。

1.2 适用范围

本规程适用于《特种设备目录》范围内的锅炉，及其节能环保相关的辅机、监测计量仪表、控制系统等(以下简称锅炉及其系统)。

锅炉及其系统的生产(含设计、制造、安装、改造、修理，下同)、销售、进口、使用、检验检测(含测试，下同)，应当符合本规程关于节能的要求；锅炉的生产、销售、进口应当符合本规程关于环保的要求。

1.3 锅炉节能环保基本要求

锅炉的生产、销售、进口和使用单位不得生产、销售、进口和使用不符合节能环保要求以及国家明令淘汰的锅炉。

鼓励研究和应用新材料、新技术、新工艺，提高锅炉及其系统能源转换利用效率、减少二氧化碳和大气污染物排放。

2 设 计

2.1 基本要求

锅炉及其系统的设计应当符合国家有关节能环保法律、法规、安全技术规范及其相关标准和要求。锅炉及其系统设计时，应当综合考虑能效和大气污染物排放要求进行系统优化。

锅炉设计文件中应当标明锅炉额定负荷(蒸发量或者热功率，下同)下的设计热效率，以及烟尘(颗粒物)、二氧化硫、氮氧化物等大气污染物初始排放浓度信息(注 2-1)，未标明或者不符合强制性指标要求的，设计文件鉴定机构不予通过其设计文件鉴定。

注 2-1：电加热锅炉、余热锅炉、垃圾焚烧锅炉不要求提供大气污染物初始排放浓度数据。

2.2 设计文件

2.2.1 设计计算

锅炉设计计算应当包括强度计算、热力计算、烟风阻力计算、水动力计算(高压以下自然循环蒸汽锅炉除外)等内容,以确定锅炉及其系统的经济性。

2.2.2 设计和安装使用说明书

锅炉设计说明书应当明确锅炉安全稳定运行的负荷范围、燃料要求、燃料消耗量、给(进)水温度,额定负荷下的热效率、排烟温度、过量空气系数和配套的辅机要求等指标,以及基准氧含量、锅炉额定负荷下的大气污染物初始排放浓度。

安装使用说明书中应当包括设计概况、安装指导要求和经济环保运行操作说明等内容。

2.3 锅炉节能环保主要参数指标

2.3.1 热效率和大气污染物初始排放浓度

额定负荷下,工业锅炉设计热效率应当满足本规程附件 A 中限定值的要求,附件 A 未覆盖的其他锅炉设计热效率、锅炉大气污染物初始排放浓度值应当满足相关标准和要求。

2.3.2 排烟温度

锅炉排烟温度设计应当综合考虑锅炉的安全性和经济性,并且在额定负荷下,符合以下要求:

- (1)热水锅炉和蒸汽锅炉,不高于 170℃;
- (2)额定热功率小于或者等于 1.4MW 的有机热载体锅炉,不高于进口介质温度 50℃;
- (3)额定热功率大于 1.4MW 的有机热载体锅炉,不高于 170℃;
- (4)余热锅炉、垃圾焚烧锅炉的排烟温度按照实际情况优化设计,不作定量规定。

2.3.3 过量空气系数

额定负荷下,锅炉排烟处的过量空气系数(注 2-2)应当符合以下要求:

- (1)流化床锅炉、煤粉锅炉,不大于 1.4;
- (2)层燃锅炉,不大于 1.65;
- (3)正压液体燃料锅炉、正压气体燃料锅炉(注 2-3),不大于 1.15;
- (4)负压液体燃料锅炉、负压气体燃料锅炉(注 2-3),不大于 1.25;
- (5)余热锅炉、垃圾焚烧锅炉的排烟处过量空气系数按照实际情况优化设计,不作定量规定。

注 2-2: 锅炉排烟处的过量空气系数一般指热力计算中最后一级受热面的过量空气系数。

注 2-3: 贯流锅炉,不大于 1.3;高(焦、转)炉煤气锅炉和生物质气锅炉,不大于 1.4;表面燃烧锅炉,不大于 1.6。

2.4 燃烧及附属系统

2.4.1 燃烧设备和炉膛结构

燃烧设备和炉膛结构的设计应当符合以下要求：

- (1)设计合理，与设计燃料品种相适应，保证安全、稳定、清洁高效燃烧；
- (2)锅炉配风装置结构可靠、操作方便，风压、风量能够保证燃料充分燃烧，并且配风装置调节灵活有效；
- (3)层燃锅炉燃烧设备应当采用漏料少、漏风量小、料层厚度分布均匀的结构，并且选择合理的通风截面比，其炉拱能够有效组织炉内烟气流动和热辐射，以满足入炉燃料的引燃和强化燃烧的需要，保证燃料稳定着火和燃尽。

2.4.2 受热面

锅炉受热面的设计应当符合以下要求：

- (1)根据不同燃料特性和锅炉结构，合理布置受热面，选取合理、经济的受热面热负荷和烟气流速，减小烟气侧的阻力；
- (2)受热面方便清理，对于额定蒸发量大于 10t/h 和额定热功率大于 7MW 的锅炉，当对流受热面易积灰时，配置清灰装置。

2.4.3 保温

锅炉炉墙、烟风道、各种热力设备、热力管道以及阀门应当具有良好的密封和保温性能。距门(孔)300mm 以外的炉体外表面温度与环境温度之差不得超过 25℃，炉顶外表面温度与环境温度之差不得超过 50℃，各种热力设备、热力管道以及阀门表面温度与环境温度之差不得超过 25℃。循环流化床锅炉旋风分离器表面温度与环境温度之差不得超过 75℃，应当尽量降低旋风分离器表面温度。

2.4.4 门孔

锅炉应当合理配置门孔，便于受热面清灰、清垢、保养和维修。锅炉门孔、出渣口应当采用密封结构，保证锅炉漏风系数在设计要求之内。

2.5 仪表配置

锅炉监测、控制、计量仪表的配置应当满足《锅炉仪表配置基本要求》(本规程附件 D)的要求。锅炉本体和尾部的烟风道应当设置能效环保测试以及监控、控制计量孔(点)，用于监控、测试锅炉运行状况。

2.6 锅炉及其系统的匹配优化

2.6.1 基本要求

锅炉使用单位应当根据用户热负荷需求及其变化特点合理选择锅炉炉型、数量和容量，使锅炉在能效最佳的负荷下运行。多台锅炉的系统一般配置集中控制装置，保证锅炉运行平衡，处于经济运行状态。

2.6.2 介质参数

锅炉介质参数的选取应当满足使用要求,锅炉的额定出口压力和温度与使用的压力和温度不应当相差过大。

2.6.3 锅炉辅机配置

2.6.3.1 基本要求

锅炉辅机配置应当与锅炉匹配,满足锅炉及其系统运行过程的调节及高效运行的要求。

2.6.3.2 循环泵及补(给)水泵

(1)热水锅炉和液相有机热载体锅炉循环泵及补(给)水泵,根据系统安全、设计阻力和循环流量、补(给)水量进行选择,锅炉循环泵数量不得少于2台,当循环泵超过3台时可以不配置备用泵;

(2)热水锅炉补水泵的选择应当能适应系统补水的需要,补水量一般不大于系统循环水量的1%;

(3)蒸汽锅炉给水泵一般采用变速调节,采用变速调节时,一般单元制运行。

2.6.3.3 风机

锅炉风机参数应当根据锅炉的额定负荷、燃料品种、燃烧方式和烟风系统的阻力计算选取,综合考虑脱硫、脱硝、除尘、烟气再循环等因素,并且根据空气含氧量、烟气的温度和密度以及当地大气压进行修正。

2.6.4 排污

蒸汽锅炉连续排污水的热量应当合理利用,一般根据锅炉房连续排污总量配置连续排污扩容器或者排污水换热器。对总容量大于或者等于10t/h的蒸汽锅炉房,应当配置排污扩容器或者排污水换热器,以便回收排污水的热量,减少排污热损失。

2.6.5 综合利用

锅炉及其系统的余热综合利用要求如下:

(1)应当保证设备设施状态良好,充分利用冷凝水、二次蒸汽和连续排污水的热量,并且采取措施尽可能提高可回收冷凝水的回收利用率;

(2)锅炉的煤闸板、风机轴承、循环水泵轴承的冷却水和水力除渣冲灰用水应当尽可能循环使用。

2.7 锅炉水质

锅炉设计文件中应当提出符合有关安全技术规范及其相关标准的水质要求。

3 制造、安装、改造和修理

3.1 基本要求

锅炉制造单位应当确保所生产的锅炉满足节能环保要求,并且对锅炉产品的节能环保性能负责。对国家明令淘汰的锅炉、禁止新建的锅炉以及未按生态环境主管部门的要求提供建设项目环境影响评价批复文件的锅炉,检验机构不予实施安装监督检查。鼓励锅炉制造单位提供与锅炉相匹配的辅助设备及环保设施。

3.2 锅炉产品能效和环保指标

3.2.1 热效率

工业锅炉产品额定负荷下的热效率测试结果应当不低于本规程附件 A 规定的限定值;附件 A 未涵盖的锅炉,锅炉产品热效率测试结果应当不低于设计值的要求。

3.2.2 排烟温度和过量空气系数

锅炉产品额定负荷下的排烟温度和排烟处过量空气系数测试结果应当符合本规程的规定,本规程未规定的应当达到设计要求。

3.2.3 大气污染物初始排放浓度

锅炉产品额定负荷下的大气污染物初始排放浓度测试结果应当达到设计要求,并且满足相关标准和要求。

3.3 锅炉产品能效测试

3.3.1 基本要求

锅炉产品应当进行产品能效测试(包括大气污染物初始排放测试),测试一般在试运行期间进行。批量制造的工业锅炉(指同一型号、制造多台的情况)可以进行定型产品能效测试,不需要逐台进行产品能效测试。电站锅炉性能试验结果中已经包含相应能效和大气污染物初始排放数据的,可不再进行产品能效测试。

批量制造的工业锅炉,定型产品能效测试完成后,制造单位应当及时将测试报告提交监督检查机构。在定型产品能效测试完成并且测试结果达到能效要求之前,制造数量不应当超过 3 台,否则监督检查机构不得向该型号锅炉继续出具监督检查证书。批量制造的工业锅炉通过定型产品能效测试后,只要不发生影响锅炉能效的变更(注 3-1),不需要重新进行测试。非批量制造的工业锅炉,应当逐台进行产品能效测试。

注 3-1:影响锅炉能效的变更是指设计燃料、燃烧设备型式和型号、受热面布置、结构型式等的变更。

3.3.2 型号覆盖

已经通过定型产品能效测试的锅炉,其同系列的其他型号锅炉同时满足以下条件的,可以不再进行产品能效测试:

- (1) 制造单位相同,设计燃料、燃烧设备型式和系列相同,结构型式相同;
- (2) 额定蒸发量或者额定热功率降低 50%以内(含),蒸汽锅炉额定蒸汽压力降低,或者热水锅炉和有机热载体锅炉额定工作压力变化、额定出口温度变化(含升高或者降低);
- (3) 制造单位向监督检验机构和使用单位提供自我声明,保证锅炉热效率、大气污染物初始排放和其他主要参数符合规范、标准和设计要求。

属于下述情况之一的,仍应当进行产品能效测试:

- (1) 用户要求提供该型号锅炉产品能效测试报告的;
- (2) 拟申请列入节能产品目录的;
- (3) 用户或者实施能效测试的机构(以下简称测试机构)认为其能效水平不准确,并且向制造单位所在地省级人民政府负责特种设备安全监督管理的部门反映,监管部门要求进行测试验证的。

3.3.3 测试报告

锅炉及其系统安装完毕后,应当提供锅炉产品能效测试报告(注 3-2)和大气污染物排放测试报告(注 3-3)。

注 3-2: 余热锅炉、垃圾焚烧锅炉和额定蒸发量(热功率)小于 1t/h(0.7MW)的电加热锅炉可以不提供锅炉产品能效测试报告。

注 3-3: 与生态环境主管部门联网的锅炉,可以只提供自动监测数据;锅炉大气污染物初始排放已经达到有关锅炉大气污染物排放控制要求,生态环境主管部门无明确要求配套相应环保设施的,且制造单位保证后续生产的锅炉与测试产品完全一致的,可以只提供锅炉产品能效测试报告。

3.3.4 测试结果不符合要求时的措施

测试结果未达到节能环保指标要求的,该型号锅炉不得继续制造。已完成安装的锅炉经过改进,并且由同一测试机构重新测试,达到节能环保指标要求后方可使用。

3.4 安装、改造与修理的锅炉能效环保要求

锅炉及其系统的安装、改造与修理,不得降低原有的能效指标。环保指标应当符合标准和要求。锅炉改造与重大修理导致锅炉热效率和大气污染物排放变化时,应当由锅炉使用单位(或者委托有能力的测试机构)进行锅炉能效和大气污染物排放测试或者评价,保证锅炉能效和环保符合要求。其他相关部门有要求时,应当按照其要求进行锅炉能效和大气污染物排放测试或者评价。

4 销售和进口

4.1 锅炉销售

锅炉销售单位应当建立并且执行锅炉检查验收和销售记录制度,销售的锅炉应当符合安全技术规范及相关标准和要求,其设计文件、产品质量合格文件等相关技术资料 and 文件应当齐全。

4.2 锅炉进口

进口锅炉应当符合我国有关节约能源和环境保护的法律、法规、安全技术规范及相关标准和要求。

5 使用节能管理

5.1 基本要求

锅炉使用单位对锅炉及其系统的节能管理工作负责。从事节能管理工作的技术人员应当具备锅炉相关专业知识和国家相关法律、法规、安全技术规范及相关标准和要求。

5.2 节能管理制度

锅炉使用单位应当建立健全并且实施锅炉及其系统节能管理的有关制度。节能管理有关制度至少包括以下内容:

- (1) 节能目标责任制和管理岗位责任制;
- (2) 锅炉及其系统日常节能检查制度,做好相应检查记录并且存档;
- (3) 锅炉燃料入场检验分析与管理制度,并且按照设计要求正确选用燃料;
- (4) 计量仪表校准与管理制度;
- (5) 锅炉及其系统维护保养制度;
- (6) 锅炉水(介)质处理管理制度;
- (7) 锅炉作业人员节能培训考核制度、锅炉经济运行知识的教育培训、考核工作计划,并且有培训、考核记录。

5.3 维护保养

5.3.1 定期维护保养

锅炉使用单位应当对锅炉及其系统所包括的设备、仪表、装置、管道和阀门等定期进行维护保养，发现异常情况时，应当及时处理并且记录。

5.3.2 能效日常检查和监测

锅炉使用单位应当对锅炉及其系统的能效情况进行日常检查和监测。重点检查和监测的项目包括锅炉燃料消耗量、介质出口温度和压力、锅炉补给水量和补给水温度、水质、排烟温度、炉墙表面温度、排污率以及系统有无跑冒滴漏等情况。

5.3.3 正常排污率

5.3.3.1 电站锅炉的正常排污率

电站锅炉的正常排污率应当符合以下要求：

- (1)以除盐水为补给水的凝汽式电站锅炉，不高于1%；
- (2)以除盐水为补给水的供热式电站锅炉，不高于2%；
- (3)以软化水为补给水的供热式电站锅炉，不高于5%。

5.3.3.2 工业锅炉的正常排污率

工业锅炉的正常排污率应当符合以下要求：

- (1)以软化水为补给水或者单纯采用锅内加药处理的工业锅炉，不高于10%；
- (2)以除盐水为补给水的工业锅炉，不高于2%。

5.4 定期能效测试和系统能效评价

5.4.1 定期能效测试

锅炉使用单位应当自行(或者委托有能力的测试机构)进行定期能效测试，一般每两年进行一次，测试工作可结合锅炉外部检验进行。通过锅炉产品能效测试的新建锅炉(注5-1)，在使用登记的六年内可以不进行定期能效测试。

电加热锅炉、余热锅炉和垃圾焚烧锅炉可以不进行定期能效测试。

注5-1：新建锅炉应当保证锅炉安装后、实际运行条件下其燃烧设备、节能设备与锅炉产品能效测试时完全一致。

5.4.2 系统能效评价

鼓励锅炉使用单位定期对锅炉及其系统进行能效评价。

5.5 锅炉能效技术档案

锅炉能效技术档案应当包括以下内容，并且与锅炉安全技术档案统一管理：

- (1)锅炉产品随机出厂资料(含工业锅炉产品能效测试报告)；
- (2)锅炉辅机、附属设备等质量证明资料；
- (3)锅炉安装调试报告、节能环保改造资料；

- (4) 锅炉安装、改造和修理能效评价或者能效测试报告；
- (5) 在用锅炉定期能效测试报告和系统能效评价报告(注 5-2)；
- (6) 锅炉及其系统日常节能检查记录；
- (7) 计量、检测仪表校验证书(或者报告)；
- (8) 锅炉水(介)质处理检验报告；
- (9) 燃料分析报告。

注 5-2：在用锅炉系统能效评价可按照本规程附件 B 的规定进行。

6 测试与评价

6.1 基本要求

锅炉能效测试与评价包括锅炉产品能效测试、在用锅炉定期能效测试和锅炉系统能效评价，应当根据不同的目的选择能效测试和评价方法。

6.2 锅炉产品能效测试方法

锅炉产品能效测试时，锅炉热效率测试与大气污染物初始排放测试应当同时进行。锅炉产品能效测试按照本规程附件 B 和附件 C 的规定进行。

6.3 在用锅炉定期能效测试和系统能效评价方法

在用工业锅炉定期能效测试和系统能效评价应当按照本规程附件 B 规定的方法进行。当测试结果(注 6-1)低于本规程附件 A 中限定值的 95%，或者用户要求对锅炉进行节能诊断时，测试机构应当在报告中提出改进意见。电站锅炉定期能效测试和系统能效评价按照相关标准规定的方法进行。

注 6-1：测试结果为在用锅炉实际运行条件下的锅炉热效率。

7 附 则

7.1 解释权限

本规程由国家市场监督管理总局负责解释。

7.2 施行时间

本规程自 2022 年 6 月 1 日起施行。

7.3 文件废止

以下文件和安全技术规范自本规程施行之日起废止：

- (1) 《锅炉节能技术监督管理规程》(TSG G0002—2010)；
- (2) 《工业锅炉能效测试与评价规则》(TSG G0003—2010)。

本规程施行之前发布的其他与锅炉节能环保技术相关的通知、文件等，其要求与本规程不一致的，以本规程为准。

国家市场监督管理总局

附件 A

工业锅炉热效率指标

A1 燃煤锅炉产品额定负荷下热效率指标

A1.1 层燃锅炉产品

层燃锅炉产品额定负荷下热效率目标值和限定值要求见表 A-1。

表 A-1 层燃锅炉产品额定负荷下热效率目标值和限定值

| 燃料品种 | 燃料收到基低位发热量 $Q_{\text{net.v.ar}}$ (kJ/kg) | 锅炉额定蒸发量 $\leq 20\text{t/h}$ 或者额定热功率 $\leq 14\text{MW}$ | 锅炉额定蒸发量 $> 20\text{t/h}$ 或者额定热功率 $> 14\text{MW}$ | | | |
|------|--|---|---|-----|-----|--|
| | | 锅炉热效率 (%) | | | | |
| | | 目标值 | 限定值 | 目标值 | 限定值 | |
| 烟煤 | II $17700 \leq Q_{\text{net.v.ar}} \leq 21000$ | 85 | 80 | 86 | 81 | |
| | III $Q_{\text{net.v.ar}} > 21000$ | 87 | 82 | 89 | 84 | |
| 褐煤 | $Q_{\text{net.v.ar}} \geq 11500$ | 85 | 80 | 87 | 82 | |

注 A-1: 以 I 类烟煤、贫煤和无烟煤等为燃料的锅炉热效率指标, 按照表 A-1 中 II 类烟煤热效率指标执行。

注 A-2: 各燃料品种的干燥无灰基挥发分 (V_{daf}) 范围。烟煤, $V_{\text{daf}} > 20\%$; 贫煤, $10\% < V_{\text{daf}} \leq 20\%$; II 类无烟煤, $V_{\text{daf}} < 6.5\%$; III 类无烟煤, $6.5\% \leq V_{\text{daf}} \leq 10\%$; 褐煤, $V_{\text{daf}} > 37\%$ 。(下同)

A1.2 流化床锅炉产品

流化床锅炉产品额定负荷下热效率目标值和限定值要求见表 A-2。

表 A-2 流化床锅炉产品额定负荷下热效率目标值和限定值

| 燃料品种 | 燃料收到基低位发热量 $Q_{\text{net.v.ar}}$ (kJ/kg) | 锅炉热效率 (%) | |
|------|--|-----------|-----|
| | | 目标值 | 限定值 |
| 烟煤 | I $14400 \leq Q_{\text{net.v.ar}} < 17700$ | 87 | 82 |
| | II $17700 \leq Q_{\text{net.v.ar}} \leq 21000$ | 91 | 86 |
| | III $Q_{\text{net.v.ar}} > 21000$ | 92 | 88 |
| 褐煤 | $Q_{\text{net.v.ar}} \geq 11500$ | 91 | 86 |

注 A-3: 以贫煤、无烟煤和水煤浆等为燃料的锅炉热效率指标, 按照表 A-2 中褐煤热效率指标执行。

注 A-4: 以劣质煤(主要组成为煤矸石, 燃料收到基低位发热量 $Q_{\text{net.v.ar}} < 11500\text{kJ/kg}$, 且

$A_{ar}>40\%$)为燃料的锅炉热效率指标,限定值应当达到锅炉设计热效率,目标值按照表 A-2 中 I 类烟煤热效率目标值执行。

A1.3 煤粉锅炉产品

煤粉锅炉产品额定负荷下热效率目标值和限定值要求见表 A-3。

表 A-3 煤粉锅炉产品额定负荷下热效率目标值和限定值

| 燃料品种 | 燃料收到基低位发热量 $Q_{\text{net.v.ar}}$ (kJ/kg) | 锅炉热效率 (%) | |
|------|---|-----------|-----|
| | | 目标值 | 限定值 |
| 煤 | 按照燃料实际化验值 | 92 | 88 |

注 A-5: 以水煤浆为燃料的煤粉锅炉热效率指标,限定值应当达到锅炉设计热效率,目标值按照表 A-3 中热效率目标值执行。

A2 液体燃料锅炉、气体燃料锅炉产品额定负荷下热效率指标

液体燃料锅炉、气体燃料锅炉产品额定负荷下热效率目标值和限定值要求见表 A-4。

表 A-4 液体燃料锅炉、气体燃料锅炉产品额定负荷下热效率目标值和限定值

| 燃料品种 | | 燃料收到基低位发热量 $Q_{\text{net.v.ar}}$ (kJ/kg) | 锅炉热效率 (%) | |
|------------|----|---|-------------------------------------|------------------------------------|
| | | | 目标值 | 限定值 |
| 液体燃料 | 轻油 | 按照燃料实际化验值 | 96 | 90 |
| | 重油 | | | |
| 天然气(非冷凝锅炉) | | | 96 | 92 |
| 天然气(冷凝锅炉) | | | 103 ^a (93 ^b) | 98 ^a (88 ^b) |

注 A-6: 以轻油、重油以外的液体燃料为燃料的锅炉热效率指标,限定值应当达到锅炉设计热效率,目标值按照表 A-4 中液体燃料热效率目标值执行。

注 A-7: 以天然气以外的气体燃料为燃料的锅炉热效率指标,限定值应当达到锅炉设计热效率,目标值按照表 A-4 中天然气热效率目标值执行。

注 A-8: a 为按照燃料收到基低位发热量计算的热效率,是指标值; b 为按照燃料收到基高位发热量计算的热效率,是与基于低位发热量计算的热效率对应的参考值,非指标值。

A3 生物质锅炉产品额定负荷下热效率指标

生物质锅炉产品额定负荷下热效率目标值和限定值要求见表 A-5。

表 A-5 生物质锅炉产品额定负荷下热效率目标值和限定值

| 燃料品种 | 燃料收到基低位发热量 $Q_{\text{net.v.ar}}$ (kJ/kg) | 锅炉额定蒸发量 $\leq 10\text{t/h}$ 或者额定热功率 $\leq 7\text{MW}$ | 锅炉额定蒸发量 $> 10\text{t/h}$ 或者额定热功率 $> 7\text{MW}$ | | |
|------|--|--|--|-----|-----|
| | | 锅炉热效率 (%) | | | |
| | | 目标值 | 限定值 | 目标值 | 限定值 |
| 生物质 | 按照燃料实际化验值 | 88 | 83 | 91 | 86 |

注 A-9：以收到基低位发热量 $Q_{\text{net.v.ar}} < 8374\text{kJ/kg}$ 的生物质为燃料的锅炉热效率指标，限定值应当达到锅炉设计热效率，目标值按照表 A-5 中热效率目标值执行。

国家市场监督管理总局

附件 B

锅炉能效测试与评价方法

B1 范围

本附件适用于《特种设备目录》范围内锅炉,不适用于余热锅炉和垃圾焚烧锅炉。

本附件包括锅炉产品能效测试方法、在用锅炉定期能效测试方法、锅炉系统能效评价方法。

B2 测试与评价使用标准

B2.1 锅炉产品能效测试

工业锅炉产品能效测试(定型测试),固体燃料锅炉、液体燃料锅炉、除冷凝锅炉以外的气体燃料锅炉以及电加热锅炉按照 GB/T 10180《工业锅炉热工性能试验规程》执行。冷凝锅炉产品按照 NB/T 47066《冷凝锅炉热工性能试验方法》执行。电站锅炉产品按照 GB/T 10184《电站锅炉性能试验规程》执行。

B2.2 在用锅炉定期能效测试

固体燃料锅炉、液体燃料锅炉、除冷凝锅炉以外的气体燃料锅炉及电加热锅炉等工业锅炉的在用定期能效测试,一般根据测试目的,按照 GB/T 10180 选择锅炉运行工况热效率简单测试(以下简称锅炉简单测试),或者锅炉运行工况热效率详细测试(以下简称锅炉详细测试);冷凝锅炉在用定期能效测试按照 NB/T 47066 执行;电站锅炉在用定期能效测试按照 GB/T 10184 执行。

B2.3 锅炉系统能效评价

工业锅炉系统能效评价按照 NB/T 47035《工业锅炉系统能效评价导则》和 NB/T 47061《工业锅炉系统能源利用效率指标及分级》执行。电站锅炉系统能效评价按照相关标准和要求执行。

B3 能效测试基本要求

B3.1 锅炉负荷

对锅炉产品能效测试,每个工况锅炉平均(折算)负荷应当在额定负荷的 97%~105%;在用锅炉定期能效测试应当在锅炉设计安全运行范围内按照实际运行负荷进行。

B3.2 锅炉蒸汽参数的允许波动范围

锅炉产品能效测试, 锅炉蒸汽参数的最大允许波动范围按照锅炉额定蒸汽参数最大允许波动范围进行要求; 在用锅炉定期能效测试, 锅炉蒸汽参数的最大允许波动范围按照运行蒸汽参数最大允许波动范围进行要求。

B3.3 锅炉连续测试时间和测试次数

锅炉连续测试时间和测试次数见表 B-1。

表 B-1 锅炉连续测试时间和测试次数

| 燃烧方式 | | 测试方法 | 锅炉产品能效测试 | 在用锅炉定期能效测试 | |
|-------|--------|--------|------------------------|------------------------|-------------|
| | | | 测试时间和次数 | 锅炉详细测试时间和次数 | 锅炉简单测试时间和次数 |
| 室燃锅炉 | 固体燃料 | 能量平衡法 | 4h, ≥2 次 | 4h, ≥1 次 | 1h, ≥1 次 |
| | 液体燃料 | 能量平衡法 | 2h, ≥2 次 | 2h, ≥1 次 | 0.5h, ≥1 次 |
| | 气体燃料 | 能量平衡法 | 2h, ≥2 次 | 2h, ≥1 次 | 0.5h, ≥1 次 |
| 层燃锅炉 | 手烧或者下饲 | 输入-输出法 | ≥5h (至少一个完整出渣周期), ≥2 次 | ≥5h (至少一个完整出渣周期), ≥1 次 | 不适用 |
| | 其他 | 能量平衡法 | 4h, ≥2 次 | 4h, ≥1 次 | 1h, ≥1 次 |
| 流化床锅炉 | 固体燃料 | 能量平衡法 | 4h, ≥2 次 | 4h, ≥1 次 | 1h, ≥1 次 |
| | 其他燃料 | 能量平衡法 | 4h, ≥2 次 | 4h, ≥1 次 | 1h, ≥1 次 |
| 电加热锅炉 | — | 输入-输出法 | 1h, ≥2 次 | 不适用 | 不适用 |

注 B-1: 冷凝锅炉在用定期能效测试的测试时间大于或者等于 1 小时, 测试次数大于或者等于 1 次。

B3.4 测试结果确定

锅炉产品能效测试: 固体燃料锅炉两个工况的热效率之差应当不大于 2 个百分点, 液体燃料、气体燃料和电加热锅炉两个工况的热效率之差应当不大于 1 个百分点。锅炉热效率测试结果为两个工况的算数平均值。

B4 锅炉能效测试方法和修正

B4.1 锅炉产品能效测试方法

手烧锅炉、下饲式锅炉、电加热锅炉采用输入-输出法(正平衡法)进行测试; 其

他锅炉采用能量平衡法(反平衡法)进行测试。

B4.2 锅炉产品测试时燃料偏离设计值的修正

测试燃料特性应当符合原设计值。当测试燃料特性偏离设计值时,在测试燃料与设计燃料为同一类型燃料(如同为烟煤煤种)的前提下,将设计燃料的元素分析值及低位发热量设计值替代所有热损失计算有关公式中的分析值,即可求得修正后的热损失值。

用经修正后的输入热量及热损失,代入锅炉热效率计算式中计算所得的锅炉热效率,就是燃料偏离设计值修正后的热效率。

固体燃料锅炉灰渣比例结果的确定,可采用测量飞灰质量的方法计算锅炉飞灰比例,飞灰取样见 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》;如采用其他灰渣比例测量方法,应当保证锅炉能效测试和大气污染物初始排放测试中的飞灰质量数值一致。

所采用的标准中已有测试或者试验燃料偏离设计值修正方法的按照其标准进行。

B5 锅炉能效测试报告

锅炉产品能效测试和锅炉详细测试报告至少应当包括以下内容:

- (1)测试综合报告;
- (2)测试结果汇总表;
- (3)设计数据综合表;
- (4)测点布置图及测试仪表说明;
- (5)测试数据综合表。

附件 C

锅炉大气污染物初始排放测试方法

C1 基本要求

本附件适用于锅炉产品能效测试时，锅炉大气污染物初始排放浓度的测定，主要包括烟尘(颗粒物)、二氧化硫和氮氧化物。

C2 基准氧含量

烟尘(颗粒物)、二氧化硫和氮氧化物初始排放浓度的测定应当按照 GB/T 16157 进行采样，并且按照相关标准的要求折算为基准氧含量的排放浓度。各类锅炉的基准氧含量按照表 C-1 的规定执行。

表 C-1 基准氧含量

| 项目 | | 基准氧含量(O ₂)/% |
|------|-------------|--------------------------|
| 工业锅炉 | 燃煤(或者生物质)锅炉 | 9 |
| | 燃油、气锅炉 | 3.5 |
| 电站锅炉 | 燃煤(或者生物质)锅炉 | 6 |
| | 燃油、气锅炉 | 3 |

C3 测试条件

锅炉大气污染物初始排放测试应当与锅炉产品能效测试在相同负荷下同时进行。

C4 测试边界

锅炉大气污染物初始排放测试的边界应当以锅炉设计为准，测量位置原则上应当在锅炉最后一级受热面出口。

C5 采样点和采样频次的确定

按照 GB/T 16157、HJ/T 397《固定源废气监测技术规范》、HJ/T 373《固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范(试行)》、HJ 75《固定污染源烟气(SO₂、NO_x、

颗粒物)排放连续监测技术规范》和 HJ 76《固定污染源烟气(SO₂、NO_x、颗粒物)排放连续监测系统技术要求及检测方法》及有关规定,确定采样位置、采样点及频次。

气态污染物采样点及采样频次应当与锅炉能效测试烟气成分测量一致,氮氧化物及其氧含量(氮氧化物折算时所使用的测试氧含量)测试应当在进入选择性催化还原装置等尾部脱硝设施之前进行,其他情况则应当在最后一级受热面后测量。

在烟道中心位置附近,至少有一个采样点预留采样孔径内径不小于 80mm,其他气态污染物采样预留孔内径不小于 40mm,采样孔管长不大于 50mm。

C6 烟尘(颗粒物)采样方法

烟尘(颗粒物)浓度的测定采用表 C-2 所列的标准。

表 C-2 烟尘(颗粒物)浓度测定的方法和标准

| 浓度范围 (mg/m ³) | 方法和标准名称 | 标准编号 |
|------------------------------|-------------------------|------------|
| ≤20 | 固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 重量法 | HJ 836 |
| 20~50 | 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 |
| | 固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 重量法 | HJ 836 |
| > 50 | 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 |
| — | 锅炉烟尘测试方法 | GB/T 5468 |

注 C-1: 对于颗粒物浓度大于 20mg/m³ 的工业锅炉,固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法也可以使用 GB/T 5468《锅炉烟尘测试方法》。

C7 二氧化硫测试方法

二氧化硫的测定方法采用表 C-3 所列的标准。

表 C-3 二氧化硫浓度测定的方法和标准

| 方法和标准名称 | 标准编号 |
|--------------------------|---------|
| 固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法 | HJ/T 56 |
| 固定污染源废气 二氧化硫的测定 定电位电解法 | HJ 57 |
| 固定污染源废气 二氧化硫的测定 非分散红外吸收法 | HJ 629 |

C8 氮氧化物测试方法

氮氧化物的测定方法可采用表 C-4 所列的标准。

表 C-4 氮氧化物浓度测定的方法和标准

| 方法和标准名称 | 标准编号 |
|-----------------------------|---------|
| 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 |
| 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 |
| 固定污染源废气 氮氧化物的测定 非分散红外吸收法 | HJ 692 |
| 固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法 | HJ 693 |

C9 结果计算与表示

干烟气流量按照 GB/T 16157 的规定折算到标准状态下 (273K, 101325Pa)。测量结果应当折算到相应基准氧含量下,采用不同的测试标准测定污染物浓度结果的表示按照表 C-5 的要求执行。

表 C-5 测定结果表示

| 污染物项目 | 方法和标准名称 | 结果表示要求 |
|-------------|--------------------------|---|
| 烟尘 (颗粒物) | 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法 | 小于或者等于 20mg/m ³ 时,测定结果表示为 “< 20mg/m ³ ” |
| | 固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 重量法 | 保留小数点后一位 |
| 二氧化硫 | 固定污染源废气 二氧化硫的测定 定电位电解法 | 保留整数位;当浓度计算结果高于 100mg/m ³ 时,保留 3 位有效数字 |
| | 固定污染源废气 二氧化硫的测定 非分散红外吸收法 | 保留整数位;当浓度计算结果高于 100mg/m ³ 时,保留 3 位有效数字 |
| 氮氧化物 | 固定污染源废气 氮氧化物的测定 非分散红外吸收法 | 保留整数位;当浓度计算结果高于 100mg/m ³ 时,保留 3 位有效数字 |
| | 固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法 | 保留整数位;当浓度计算结果高于 100mg/m ³ 时,保留 3 位有效数字 |

C10 锅炉大气污染物初始排放测试报告

锅炉大气污染物初始排放测试报告至少应当包括以下内容：

- (1) 测试综合报告；
- (2) 测试结果汇总表；
- (3) 设计数据综合表；
- (4) 测点布置图及测试仪表说明；
- (5) 测试数据综合表。

国家市场监督管理总局

附件 D

锅炉仪表配置基本要求

锅炉仪表配置基本要求见表 D-1。

在满足表 D-1 要求的条件下，可根据锅炉特点增加相应仪表，并且预留监测孔（段），便于锅炉测试及仪器仪表比对。

表 D-1 锅炉仪表配置基本要求

| 监测项目 | 锅炉负荷 | | | | |
|------------------------|-------------------------------------|----|-------------------------------------|----|----|
| | 锅炉额定蒸发量 < 20t/h (锅炉额定热功率 < 14MW) | | 锅炉额定蒸发量 ≥ 20t/h (锅炉额定热功率 ≥ 14MW) | | |
| | 指示 | 积算 | 指示 | 积算 | 记录 |
| 给水温度(注 D-1) | √ | — | √ | — | √ |
| 炉膛出口烟气温度(注 D-2) | — | — | √ | — | — |
| 燃料量(固体、气体、 液体燃料等) | — | √ | — | √ | — |
| 热水锅炉循环水量 | √ | — | √ | — | √ |
| 液相有机热载体锅炉 介质循环量 | √ | — | √ | — | √ |
| 热水锅炉补水量 | — | √ | — | √ | √ |
| 耗电量 | — | √ | — | √ | √ |
| 蒸汽流量(给水流量) | — | √ | √ | √ | √ |
| 蒸汽压力 | √ | — | √ | — | √ |
| 过热蒸汽温度 | √ | — | √ | — | √ |
| 省煤器出口水温 | √ | — | √ | — | — |
| 液相有机热载体锅炉进口、出口 介质温度 | √ | — | √ | — | √ |
| 热水锅炉进口、出口水温 | √ | — | √ | — | √ |
| 排烟温度 | √ | — | √ | — | √ |
| 排烟处氧含量 | — | — | √ | — | √ |
| 空气预热器出口空气温度 | — | — | √ | — | — |
| 炉排速度 | √ | — | √ | — | — |
| 鼓、引风机开度或者频率 | √ | — | √ | — | — |

注 D-1：常温给水可不装设。

注 D-2：对于锅壳锅炉，当不便装设时，可不装设。

注 D-3：可在锅炉房设计时配置。