

《锅炉运行能效指标及经济性评价》

（送审稿）编制说明

一、项目背景

（一）法律法规与现状

法律法规与政策驱动：《中华人民共和国特种设备安全法》确立了“安全第一、预防为主、节能环保、综合治理”的原则。法律相关条款的要求确定了特种设备安全监察与节能监管相结合的管理原则。《特种设备安全监察条例》《高耗能特种设备监督管理办法》及 TSG 91《锅炉节能环保技术规程》明确了锅炉全链条节能监管要求。国家“双碳”目标对占全国 CO₂排放约 60%的锅炉设备提出更高减排要求。国家发展改革委等五部门《锅炉绿色低碳高质量发展行动方案》和深圳市政府关于设备更新的文件均强调完善能效标准体系的重要性。

监管现状与挑战：现行法规标准对设计、制造环节锅炉能效有明确指标和监管，但在安装、修理、改造及使用环节，缺乏具体、可执行的运行能效达标判定依据，导致法规要求与实际监管脱节，“只测试未提高”现象存在。锅炉运行状态多变，仅靠定期能效测试难以全面掌握其经济运行状况。

深圳市锅炉现状：深圳市在用锅炉约 700 台，以燃气为主，年耗天然气约 32 亿 Nm³，年排放 CO₂约 0.06 亿吨。2022 年工业锅炉加权平均热效率 91.24%（全国前列但提升停滞），存在显著节能减排空间。锅炉类型主要包括燃气工业锅炉、电加热锅炉、燃煤电站锅炉、垃圾焚烧锅炉，亟需针对其特点制定运行能效指标和统一的经济性评价方法。

（二）项目目的

1. 填补深圳市锅炉在运行环节能效监管的技术空白，制定明确、可操作的运行能效指标，作为判断在用锅炉能效是否达标的依据。

2. 建立一套适用于深圳市所有主要锅炉类型（燃气工业锅炉、电加热锅炉、

燃煤电站锅炉、烟道式余热锅炉、垃圾焚烧锅炉等）的统一的经济性运行评价体系，科学评估锅炉运行管理水平。

3.为市场监管部门依法开展锅炉节能监管提供技术支撑，促进锅炉使用单位加强节能管理、实施技术改造，提升锅炉运行能效和经济性。

支撑深圳市“双碳”目标实现、锅炉绿色低碳高质量发展行动及设备更新工作。

（三）项目必要性及意义

1.衔接法规与监管：解决现有法规中“能效不达标”缺乏具体运行指标的问题，使节能监管要求真正落地。

2.突破能效瓶颈：针对深圳市锅炉能效水平近年停滞的现状，通过明确指标和评价体系，督促和指导企业提升能效。

3.覆盖全面统一：标准首次将深圳市各类主流锅炉纳入同一套运行能效指标和经济性评价框架内，解决不同类型锅炉评价方法不统一的问题。

4.促进节能减排：提高锅炉运行热效率，直接减少化石能源消耗、大气污染物（如 NO_x）和 CO₂排放，经济效益和环保效益显著。

5.支撑高质量发展：响应国家及深圳市关于设备更新、淘汰落后产能、推动制造业高质量发展的政策要求。

（四）标准创新亮点

1.首创运行环节能效指标：区别于现有标准主要关注额定工况或设计制造环节，本文件创造性规定了锅炉在实际运行工况下应达到的最低热效率值（运行能效指标），为使用环节监管提供直接依据。

2.构建统一经济性评价体系：克服了不同类型锅炉（工业/电站、燃气/电/垃圾/余热）运行特点差异大的难点，设计了一套包含“基本要求、运行管理、人员、运行操作、能效水平、环保水平”六大方面、16个评价项目的百分制综合评价体系，实现全市锅炉经济性运行状况的可比性评价（优/合格/不合格）。

3.细化专项要求与指标：针对工业锅炉 CO 排放超标、能效不达标复测、低氮改造影响等问题设置了专项规定。针对冷凝锅炉、蒸汽冷凝水回收、有机热载

体锅炉、表面燃烧锅炉、贯流锅炉等特殊情况，在能效指标表中设置了明确的调整系数（注 2-4）。

4.紧密结合深圳实际：指标设定充分考虑了深圳市锅炉以燃气和电为主、能效基础较好但提升空间仍大的现状，以及垃圾焚烧、余热锅炉等特定类型的实际运行特点。评价方法吸收了深圳市特检院多年积累的 9000 余台次锅炉能效测试数据和实践经验。

二、工作简况

（一）任务来源

根据深圳市市场监督管理局 2024 年 7 月 23 日发布的《深圳市市场监督管理局关于下达 2024 年第二批深圳市地方标准计划项目任务的通知》，由深圳市特种设备安全检验研究院（原深圳市质量安全检验检测研究院）主导，深圳市市场监督管理局参与制定深圳市地方标准《锅炉运行能效指标及经济性评价》。

（二）起草单位

本文件牵头单位为深圳市特种设备安全检验研究院，参与单位为深圳市市场监督管理局。

（三）主要工作过程

编制工作严格遵循标准制定程序，主要阶段如下：

1.准备阶段（2024 年 8 月—2024 年 12 月）：

2024 年 8 月，深圳市特种设备安全检验研究院与深圳市市场监督管理局经过多次研讨和工作会议，成立标准起草工作组，初步确定本文件研究方向、主要起草单位和实施计划。

2024 年 9 月—2024 年 11 月，全面调研深圳市锅炉能效现状、存在问题及全国相关情况，收集分析国内外锅炉能效标准、经济运行评价方法文献资料。

2024 年 12 月，明确标准定位、核心内容（运行能效指标、统一经济性评价）

和覆盖范围（深圳所有主要锅炉类型），形成标准初步框架和研究报告。

2.起草阶段（2025 年 1 月—2025 年 6 月）：

2025 年 1 月，在前期调研和深圳市特检院大量能效测试数据、研究成果（相关论文、专利、地方标准 DB44/T 1097 制定经验）基础上，起草工作组召开多次内部会议。

2025 年 2 月—2025 年 5 月，深入讨论并确定标准核心内容：运行能效指标的具体数值设定（表 1、表 2）及其适用条件（如冷凝、回收工艺调整）、经济性评价的指标体系（六大方面）、评分细则（附录 A）及评价表（附录 B）。

2025 年 6 月，形成标准草案稿。

3.草案研讨与完善阶段（2025 年 6 月—2025 年 7 月）：

2025 年 6 月，起草工作组内部对草案稿进行多轮研讨和修改，重点论证运行能效指标的科学性与可行性、经济性评价体系的合理性与可操作性。结合深圳市锅炉类型特点和管理需求，细化条款，确保标准内容严谨、适用。

2025 年 7 月，形成标准征求意见稿。

2025 年 7 月，对本项深圳市地方标准进行了公开广泛的意见征集。目前本文件共收到复函 23 份，意见 2 条，2 条采纳，对 2 条意见进行说明补充（详见《征求意见汇总处理表》）。

三、地方标准主要内容的依据以及与国内领先、国际先进标准的对标情况

（一）标准编制原则

1.规范性：严格遵循 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》。

2.一致性：与《中华人民共和国特种设备安全法》等国家法律法规、TSG 91《锅炉节能环保技术规程》等安全技术规范以及 GB 24500、NB/T 47034、GB/T 10180 等相关国家标准、行业标准协调一致。

3.适用性：紧密结合深圳市锅炉现状（类型、能效水平、管理需求），标准覆盖了全市主要的在用锅炉类型，运行能效指标和经济性评价方法力求具有广泛

的适用性和可操作性。

4.科学性：运行能效指标设定参考了国家能效标准、锅炉技术发展水平、深圳市历年能效测试数据（年均值 91.24%）及提升潜力；经济性评价体系设计基于锅炉运行管理的关键要素，评分细则力求反映实际运行经济性水平。根据测试数据发表了相关论文 5 篇；其次，主持制定了广东省地方标准《生活垃圾焚烧锅炉能效测试规程》，解决了垃圾焚烧锅炉能效测试的方法问题，发布并实施广东省地方标准一项，发表论文 1 篇；2010 年—2018 年，深圳市特检院完成了市市场监管局和市生态环境局下达的锅炉能效及环保的专项普查及整治任务八项，根据相关结果发表论文 3 篇，获得发明专利授权 1 项，获得实用新型发明专利 4 项。该标准的制定以以上所述的工作为基础，具有较强的科学性。

5.创新性：聚焦填补“运行环节”监管空白，首创适用于深圳实际、覆盖多类型锅炉的统一运行能效指标体系和综合评价方法。

（二）确定主要内容的依据及标准对标情况

本文件核心内容主要依据如下：

运行能效指标（第 5 章，表 1、表 2）：依据 TSG 91、GB 24500、NB/T 47034 等标准中对锅炉能效的基本要求。充分考虑深圳市燃气锅炉为主、能效基础较高的特点，指标值设定在国家标准基础上有所提高（如非冷凝天然气锅炉 92%），并针对冷凝锅炉（98%）、电加热锅炉（95%）等高效设备和特殊情况（冷凝水回收、有机热载体、表面燃烧）设定具体指标或调整规则。电站锅炉采用相对指标（设计效率 η 的 0.98 倍），生活垃圾焚烧锅炉设定绝对值（78%），烟道式余热锅炉采用设计效率 η ，符合其特性。

运行经济性评价（第 6 章，附录 A、附录 B）：评价框架（六大方面）设计参考了 GB/T 17954《工业锅炉经济运行》的管理理念，但扩展覆盖所有锅炉类型，并细化为可量化的评分项目。评价内容（如管理制度、计量仪表、人员、运行参数、水处理、节能措施）依据 TSG 91 对锅炉使用单位节能管理的要求及实际运行关键影响因素设定。评分细则（附录 A）中具体扣分规则基于深圳市特检院在能效测试、节能检查中积累的常见问题和经验确定，力求反映管理水平差异。评价等级划分（优 ≥ 90 分，合格 ≥ 75 分，不合格 < 75 分）和周期（2 年）设定合理，

兼顾激励性和可操作性。

基本要求（第 4 章）：依据 TSG 91 等规范，对锅炉选型、节能管理、计量仪表配置、水（介）质处理、能效测试要求（特别是工业锅炉 CO 控制、复测、环保协同测试）等做出规定。

范围（第 1 章）与规范性引用文件（第 2 章）：明确标准适用范围为《特种设备目录》内锅炉及主要辅系统，涵盖深圳在用主要类型（特别说明了垃圾焚烧炉、余热锅炉的适用范围）。引用文件均为现行有效版本。

本文件解决了现有标准（如 TSG 91, GB 24500, NB/T 47034, GB/T 17954）在运行环节能效指标缺失、经济性评价覆盖不全（尤其电加热锅炉、烟道式余热锅炉、垃圾焚烧锅炉等类型）或指标宽松等问题，填补了深圳市在该领域的技术标准空白。

四、主要条款的说明以及主要技术指标、参数、试验验证的论述

本文件的核心技术指标体现在运行能效指标和运行经济性评价体系：

（一）运行能效指标（核心指标值）

工业锅炉运行能效指标见表 1。

表 1 工业锅炉运行能效指标

燃料品种	燃料收到基低位发热量 Qnet.v.ar(kJ/kg)	锅炉热效率指标（%）
天然气（非冷凝锅炉）	按照燃料实际化验值	92
天然气（冷凝锅炉）	按照燃料实际化验值	98
轻油	按照燃料实际化验值	90
电加热	/	95
注 1：除上表规定的以外的燃料的锅炉热效率值指标为锅炉的设计热效率。 注 2：锅炉系统采用蒸汽冷凝水回收工艺的：非冷凝式天然气锅炉热效率指标降低 1%；冷凝式天然气锅炉热效率指标按照非冷凝式天然气锅炉的热效率指标执行。 注 3：除电加热外，其它燃料品种的有机热载体锅炉热效率指标对应的降低 2%。 注 4：贯流锅炉和采用表面燃烧的锅炉热效率指标对应的降低 1%。		

电站锅炉运行能效指标见表 2

表 2 电站锅炉运行能效指标

燃料品种	燃料收到基低位发热量 Q _{net.v.ar} (kJ/kg)	锅炉热效率指标
燃煤	按照燃料实际化验值	0.98 η
余热（烟道式）	/	η
生活垃圾	按照燃料实际化验值	78%
注 1：η 为设计热效率值。		
注 2：上表中采用余热的烟道式发电锅炉适用于非补燃余热锅炉。		

指标性质与判定：上述指标为锅炉实际运行时应达到的最低热效率值。测试热效率≥指标值即为达标（4.2.3）。

（二）运行经济性评价体系

评价维度（6 大项）：基本要求（否决项）、运行管理（技术档案、制度、记录、本体管道、辅机、计量仪表）、人员（管理、作业）、运行操作（运行状况、水处理状况、节能实施）、能效水平（锅炉热效率值）、环保水平（大气污染物排放值）。

评分机制（附录 A）：百分制，采用扣分制。其中：

能效水平（30 分）：运行热效率未达标即扣 30 分。

环保水平（10 分）：大气污染物排放任一项未达标即扣 10 分。

其他项目根据资料完整性、制度健全与执行度、设备状况、操作规范性、节能措施落实等情况按细则扣分。

评价等级（表 3）：

优（S≥90 分）

合格（75≤S<90 分）

不合格（S<75 分）

评价实施：由具有锅炉能效测试资质的机构进行，周期 2 年，宜结合定期能效测试开展，出具《锅炉运行经济性评价表》（附录 B）。

（三）主要试验（或验证）情况

本文件中关键技术指标和评价方法的设定，基于以下依据和初步验证：

1.运行能效指标设定依据

国家与行业标准基础：参考 GB 24500《工业锅炉能效限定值及能效等级》、NB/T 47034《工业锅炉技术条件》等对额定工况能效的要求，结合运行工况特点进行转化和适度提高。

深圳市实测数据支撑：深圳市特种设备安全检验研究院近十年完成深圳市锅炉能效测试 9000 余台次，积累了海量运行数据（如 2022 年工业锅炉加权平均效率 91.24%）。指标值设定充分分析了这些数据的分布、平均值、先进值及提升潜力。

技术发展趋势：考虑了高效冷凝技术、先进燃烧控制技术等在深圳市的应用现状和发展趋势。

专家经验与论证：起草工作组结合长期检验检测和能效评价经验，对指标值的合理性和可行性进行了充分论证。

2.经济性评价体系验证基础

长期实践积累：评价体系中涉及的各项管理要求（如制度、记录、计量仪表、水处理）和运行参数要求（如排污率、表面温度、过量空气系数参考值，注 1、注 2），来源于 TSG 91 等规范要求和深圳市特检院在日常检验、能效测试、节能检查中积累的实践经验与常见问题库。评分细则的扣分项设置反映了这些要素对运行经济性的实际影响程度。

试评价应用：评价体系的框架和关键要素（尤其是运行管理、人员、操作部分）已在深圳市特检院相关业务工作中有所体现和应用。标准制定过程对其进行了系统化、量化和规范化。

数据可获取性：评价所需的数据（如能效测试报告、排放检测报告、管理制度、运行记录、仪表校验证证书等）均为锅炉使用单位应具备或可通过常规检验检测获取的信息，保证了评价的可操作性。

综上所述，本文件的核心技术指标和评价方法是建立在坚实的法规标准基础、详实的本地实测数据、丰富的实践经验和充分的技术论证之上的，具备科学性和可行性。标准发布实施后，需在广泛应用中进一步收集反馈并持续完善。

五、是否涉及专利等知识产权问题

本文件制定过程中无涉及专利等知识产权问题。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本文件制定过程中，起草工作组成员对标准的核心内容（如运行能效指标的具体数值、经济性评价的评分权重）进行了深入讨论，通过充分分析深圳本地数据、参考国家标准、考虑技术可行性和监管需求，最终达成共识。未产生需要外部协调解决的重大分歧意见。

七、实施地方标准的措施建议

为确保本文件有效实施，发挥预期作用，建议采取以下措施：

1.加强宣贯培训：由深圳市市场监督管理局牵头，深圳市特种设备安全检验研究院具体组织，面向全市锅炉使用单位安全管理人员、操作人员，以及特种设备检验检测机构、节能服务机构等相关方，开展多形式、多层次的标准宣贯会和专题培训，重点解读运行能效指标要求、经济性评价体系及评分细则，提升各方理解和执行能力。

2.与监管工作结合：建议市场监管部门将本文件内容纳入锅炉安全监察与节能监管工作计划。在锅炉定期检验、能效测试中，同步关注或开展运行经济性评价。将评价结果（特别是能效达标情况和评价等级）作为分类监管、督促整改的重要依据。

3.建立信息平台：探索建立深圳市锅炉能效与经济性运行信息数据库，收集汇总能效测试报告和经济性评价报告数据，为掌握全市锅炉能效水平、分析共性问题、评估政策效果提供数据支撑。

4.开展示范引领：遴选一批在锅炉运行能效提升和经济性管理方面成效显著的单位作为示范点，总结推广其先进经验和做法，发挥标杆引领作用。

5.持续评估与完善：在标准实施一段时间后（如2~3年），由主管部门或牵头单位组织对标准的适用性、实施效果及存在问题进行评估，根据评估结果和技术发展，适时启动标准的修订工作。