GB 24500《工业锅炉能效限定值及能效等级》标准修订

编制说明

（征求意见稿）

《工业锅炉能效限定值及能效等级》标准编制组

2019 年 1 月

一、 标准工作简况

（一）任务来源

本标准由中国标准化研究、机械工业节能与资源利用中心、上海工业锅炉研究所提出，2013 年 6 月正式向全国能源基础与管理标准化技术委员会提出制定该项标准，并向国家标准化管理委员会提交标准制定建议书。

经国家标准化管理委员会研究批准该标准立项，在 2014 年下达的国家标准制修订计划中公布了该标准制定计划编号：20141756-Q-469。

（二）标准存在的主要问题

经调研 GB24500 存在的主要问题和修订的原因：

1）GB 24500-2009 已实施 9 年，按 4-5 年需修订的原则早就该修订。

2）锅炉范围、类型和能效指标有新的变化，指标需要调整。我国工业锅炉制造节能技术在近年来有较大的发展，新的锅炉类型不断增加并占有越来越多的市场比例，例如，近年来冷凝锅炉、生物质锅炉、煤粉锅炉、电锅炉、有机热载体锅炉、水煤浆锅炉等。

3）部分锅炉的节能评价值偏低，特别是燃油气锅炉的热效率值较低。

4）GB 24500 与其他相关标准规范有不一致的地方，需要协调一致性。例如能效限定值与 TSGG002《锅炉节能技术监督管理规程》、TSG G0002 第一号修改单需要保持一致。

5）根据标准化改革精神，需要适当调整标准适用范围。

（三）编制标准的目的与意义

GB24500《工业锅炉能效限定值及能效等级》是工业锅炉产品的能效标准，它是衡量工业锅炉本体是否节能性合格的强制标准，同时也是确定工业锅炉本体是否是节能先进产品的标准。通过修订《工业锅炉能效限定值及能效等级》标准，进一步扩大标准覆盖范围，适当调整标准要求，从而完善工业锅炉能效等级、能效限定值、节能评价值及试验条件，提高我国工业锅炉系统效率。该标准的修订将完善我国工业锅炉系统节能标准体系，为从源头上提高锅炉效率，降低能耗，

开展和规范锅炉系统节能评价工作提供基础支撑，对行业节能和评价工作意义重大。

本标准作为工业锅炉能效等级、能效限定值、节能评价值的评价依据，是实施工业锅炉节能监督、节能产品评价工作的基础。能效限定值是淘汰制度、行业准入制度、强制标准监督检查的依据。为市场准入、高耗能产品淘汰，编制耗能产品淘汰目录、固定资产评估等工作提供依据。节能评价值是节能产品认证、节能产品目录、鼓励性财政政策、政府采购政策的依据，对实施例如自愿性的节能认证制度、政府节能采购、企业所得税优惠、节能产品推广目录、能效等级强制性能效标识制度、节能产品惠民政策、领跑者鼓励制度等工作提供数据支撑。

二、 标准制定的依据与原则

1. GB/T1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》。

2. 该标准要与相关标准做好衔接，尤其是工业锅炉特设规、环保标准、锅炉房规范等标准要求很好的衔接。能效标准所涉及的应是量大面广产品，符合产品质量、安全等标准的合格产品。

3. 该标准应尽量与国际相关标准接轨，但也要充分考虑我国工业锅炉相关设备的实际情况和发展水平，使本标准具有很高的科学性、先进性和可操作性，促进我国高效工业锅炉和相关用能设备和节能技术的发展，增强我国工业锅炉及设备在国内、国际市场上的竞争力；

4. 该标准的内容是我国能源政策实施的依据，所以标准中的能效指标要求应反映出我国能源政策的导向。评价指标能充分、客观反映工业锅炉节能需求。

5. 能效指标的数据确定原则：一级指标<5%；二级指标<20%；三级指标<65%；淘汰产品比例10%。如图1所示。

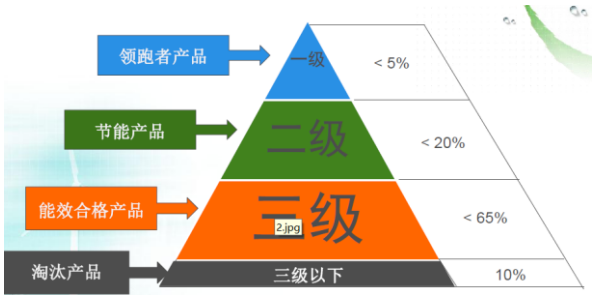


图 1 能效指标确定原则

三、 标准编制的主要过程

该标准由中国标准化研究院和机械工业节能与资源利用中心、上海工业锅炉研究所联合组建的标准起草工作组制定。从 2014 年立项至今（送审稿为止），历时 4 年时间，共经历了预研、起草、征求意见、送审稿编写等 4 个阶段，现简述如下：

（一）信息调研

2015 年中国标准化研究院与机械工业节能与资源利用中心、上海工业锅炉研究所对国内工业锅炉能效现状进行了调研。走访了多家锅炉生产企业、用户和设计研究机构，对工业锅炉现状及能效标准的运行现状进行了调研。同时通过文献调研、与美国 ASME 等机构的调研等方式借鉴国外工业锅炉节能环保标准经验，具体内容分析见第四部分。

（二）标准制定工作的启动

2016 年 5 月 6 日在中国标准化研究院召开了“国家标准 GB24500《工业锅炉能效限定值及能效等级》修订启动会暨第一次工作会议。全国能源基础与管理标准化技术委员会、国家质检总局代表和标准工作组成员共 24 人 18 家单位，主要来自锅炉生产企业、设计单位、研究机构、大学院校、节能服务公司、行业和节能主管部门，以及标准化研究机构等。全国能源基础与管理标准化技术委员会、中国标准化院、上海工业锅炉研究所、中国特种设备检测研究院、西安交大锅炉研究所、美国能源基金会、山东省特种设备检验研究院、辽宁省安全科学研究院、广州天鹿锅炉有限公司、泰山集团、双良集团、天津宝成机械制造有限公司、特富锅炉有限公司、华西能源工业股份有限公司、湘潭锅炉有限公司、杭州燃油锅

炉有限公司、福建永恒能源管理有限公司、北京志诚宏业智能控制技术有限公司等相关单位和企业的专家参加了会议。

会中标准化技术委员会和行业主管部门相关领导讲话，对该标准的制定给予了充分的可定，国家质检总局特设局冷浩处长出席了会议并发表讲话，肯定了该标准修订工作的重要意义，指出工业锅炉是重要的能源转化设备，锅炉能效标准在推进节能减排中起了十分重要的作用，国家非常重视对强制性标准的清理和整合工作，本次修订工作要从标准的覆盖范围、技术指标等方面做好与其他标准的衔接。标准负责人赵跃进介绍了能效标准与相关节能政策、标准化改革对能效标准的影响、我国工业锅炉的应用与生产情况及标准修订工作的背景、原则与要求。与会专家充分讨论了标准的范围、原则和主要内容。会议认为，我国工业锅炉制造节能技术近年来有很大发展，为了适应市场发展，能效标准指标和适用范围亟需做相应调整。此次修订工作本着覆盖量大面广的产品类型、反应国家能源政策导向、在检测方法和采用的能效指标类型上与国际标准并轨等原则，保证标准修订工作的科学性、规范性、适用性。会议确定了标准主要内容和具体要求，并规定了编写大纲的单位、人员和时间表，确定了任务分配及工作安排。

图 2 标准启动会会场

表 1 标准编制工作分工

单　　位	编写章节、工作内容
中国标准化院	总体安排
机械工业技术发展基金会（机械工业节能与资源利用中心）	组织召开会议，推进标准进度
中国电器工业协会工业锅炉分会（上海工业锅炉研究所）	负责标准内容汇总
辽宁省特检院	编写检测相关内容
泰山集团	编写层燃锅炉、流化床锅炉、层燃+室燃复合燃烧锅炉章节
天津宝成机械制造有限公司	
湘潭锅炉有限公司	
江苏双良公司	编写燃油燃气锅炉章节
特富锅炉有限公司	
方快锅炉有限公司	
北京志诚宏业智能控制技术有限公司	
华西能源有限公司	编写生物质锅炉章节
杭州燃油锅炉有限公司	编写煤粉工业锅炉章节
煤炭科学研究总院	
福建永恒能源有限公司	
西安交通大学锅炉研究所	提供技术支撑
广州天鹿锅炉有限公司	
江苏太湖锅炉有限公司	
山东华源锅炉有限公司	

（三）《标准编制工作大纲》的编写

启动会后，标准编制工作进入了《标准编制工作大纲》的编写阶段，进过标准起草组成员的共同努力，2016 年 11 月底基本完成了《标准编制工作大纲》的编写。起草组于 2016 年 12 月 2 日在北京召开了起草组讨论会，对大纲的内容做了进一步的确认，并完善了大纲的具体内容。使大纲除了进一步明确所依据的相关标准、该标准所涉及的技术范围外，还明确了标准的每一章、每一节的具体内容，以及每一章或每一节负责编写单位的分工，编写进度时间表和标准编写时需注意的事项。

制订工作进度安排

(1) 2014 年 3 月～2016 年 5 月，项目立项申请，编制总体工作方案并成立标准制定工作组；

(2) 2016 年 12 月，召开起草工作组会议，讨论确定标准制订工作技术路线和标准大纲，并进行工作组分工；

(3) 2017 年 1 月～12 月，收集相关资料，编写标准讨论稿；

(4) 2018 年 1 月～11 月，起草组调研、讨论、修改，编写标准征求意见稿；

(5) 2018 年 12 月～2019 年 3 月，标准征求意见稿向社会广泛征求意见；

(6) 2019 年 4 月，收集意见，召开标准研讨会，讨论并处理意见，修改编写标准送审稿；

(7) 2019 年 5 月，由全国能标委组织标准审查；

(8) 2019 年 6 月，根据审查意见修改标准，完成标准报批稿和编制说明等上报资料，上报国家标准化管理委员会。

（四）数据支撑来源

数据来源于四个方面，一是起草组开展典型企业调研，根据锅炉类型和容量选择有代表性的企业进行调研；二是根据中国特检院检测数据平台的数据进行分析，该数据包含 5000 多个锅炉型号，对能效指标给出参考值；三是根据工业锅炉协会近年来统计数据进行分析；四是利用近年来开展的工业锅炉节能产品评审、能效之星等工作中掌握的数据对锅炉热效率作必要合理地调整。

（五）标准草稿的编写

标准起草组在广泛调研和讨论的基础上形成标准草稿，并广泛征求行业意见，经过 3 轮修改和征求意见，征求了 40 多家 50 多条企业意见，形成新一版的征求意见稿。

2018 年 12 月 27 日在北京召开了“GB24500《工业锅炉能效限定值及能效等级》标准修订征求意见讨论会”。中国标准化院、机械工业节能与资源利用中心、中国电器工业协会工业锅炉分会/上海工业锅炉研究所、中国特种设备检测研究院等标准工作组成员共 18 家单位 23 位代表出席了会议。会议关于国内工业锅炉能效标准实施情况及能效指标分析情况进行了讨论，并就工业锅炉标准征求意见稿进行了研讨，逐条讨论了征求意见的内容，并根据讨论意见修改形成征求意见稿。

图 3 标准征求意见讨论会

（六）标准征求意见稿编写

2019 年 1 月，标准起草工作组完成了标准征求意见稿的编写工作，并向有关机构、企业、部门寄发征求意见函的形式或在中国能效标识网上刊登征求意见函和征求意见稿的形式向全社会征求该标准的意见。该标准意见的征集得到社会各界的积极响应，在征集标准期间，共向 70 个有关机构发送标准征求意见函，收到 24 个机构，27 位专家提出的 60 条意见。

2019 年月日，在北京召开了起草组工作会议，根据所征集的 60 条意见进行

讨论，经过一天的激烈讨论，最后确定采纳其中的 条，部分采纳 条，其余意见不采纳，并给出不采纳的理由。

四、 主要内容介绍及分析

（一）我国工业锅炉能效现状

1. 我国工业锅炉现状

锅炉是重要的能源转换设备，也是能源消费大户和重要的大气污染源。我国锅炉以燃煤为主，其中燃煤电站锅炉近年来向大容量、高参数方向快速发展，无论是生产制造还是运营管理均已接近国外先进水平；而燃煤工业锅炉保有量大、分布广、能耗高、污染重，能效和污染控制整体水平与国外相比有一定的差距，节能减排潜力巨大。截至 2014 年底，我国锅炉数量为 63.89 万台，其中工业锅炉达 62 万台，其中热水工业锅炉占 46.1%，蒸汽工业锅炉占 43.5%，有机热载体锅炉占 10.4%，总容量达 178 万蒸吨，年消耗原煤约 7 亿吨，占全国煤炭消耗总量的 20%。工业锅炉保有量、产量、产值见图 4-7。

由于我国煤炭资源禀赋的原因，燃煤锅炉占工业锅炉的 65.7%，燃油（气）锅炉占工业锅炉的 26.7%，其他燃料锅炉占 7.6%。但我国燃煤工业锅炉整体能效水平较低，其实际运行效率比国际先进水平低 15 个百分点左右，具有较大的节能潜力。同时，燃煤工业锅炉污染物排放强度较大，是重要污染源,年排放烟尘、二氧化硫、氮氧化物分别约占全国排放总量的 33%、27%、9%。近年来，我国出现的大范围、长时间严重雾霾天气，与燃煤工业锅炉区域高强度、低空排放的特点密切相关。

图 4 工业锅炉保有量

图 5 工业锅炉产量（蒸吨）

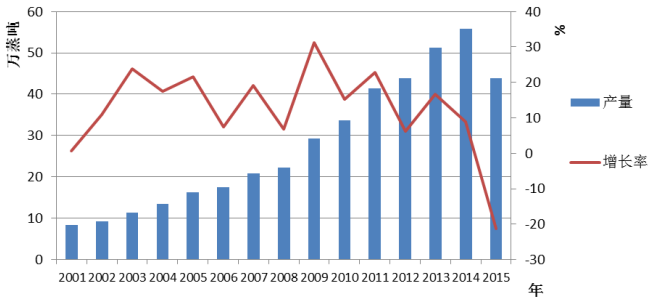


图 6 工业锅炉行业产值（万元）

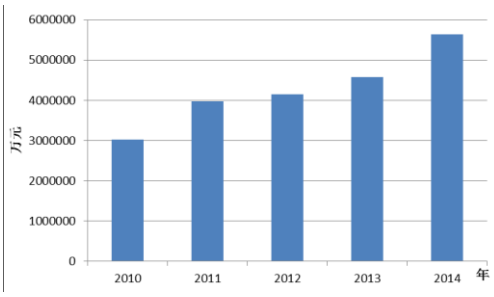


图 7 不同类型锅炉占比

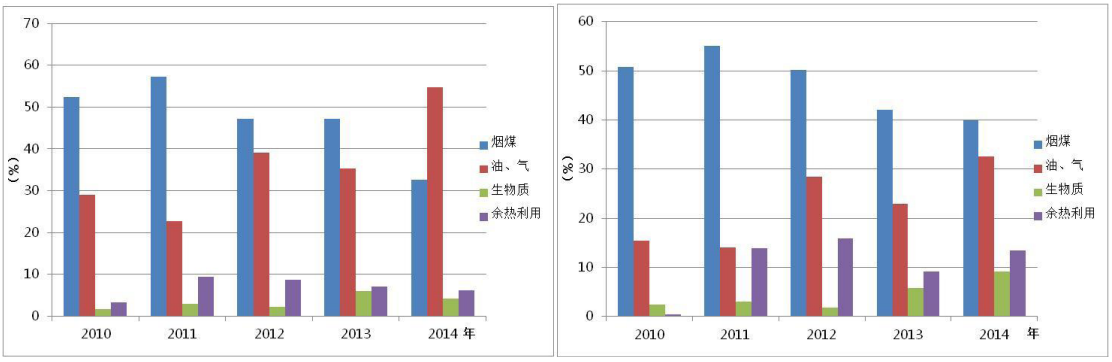


图 7.1 按不同燃料锅炉划分比例（台数/蒸吨）

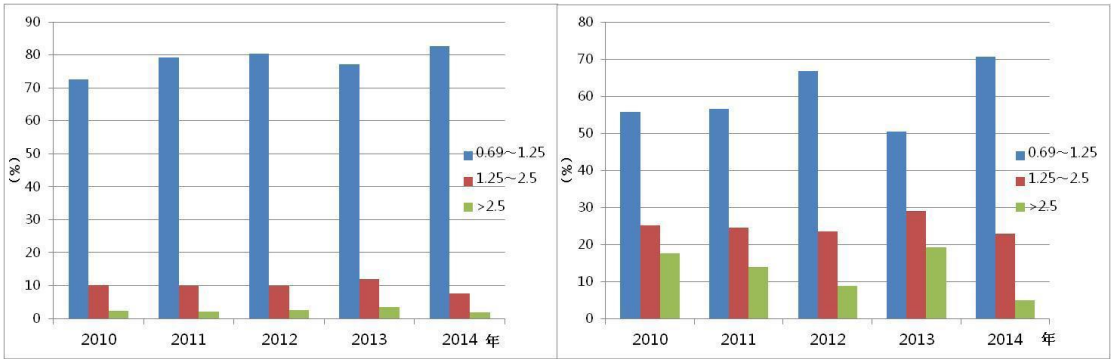


图 7.2 按锅炉压力划分比例（台数/蒸吨）

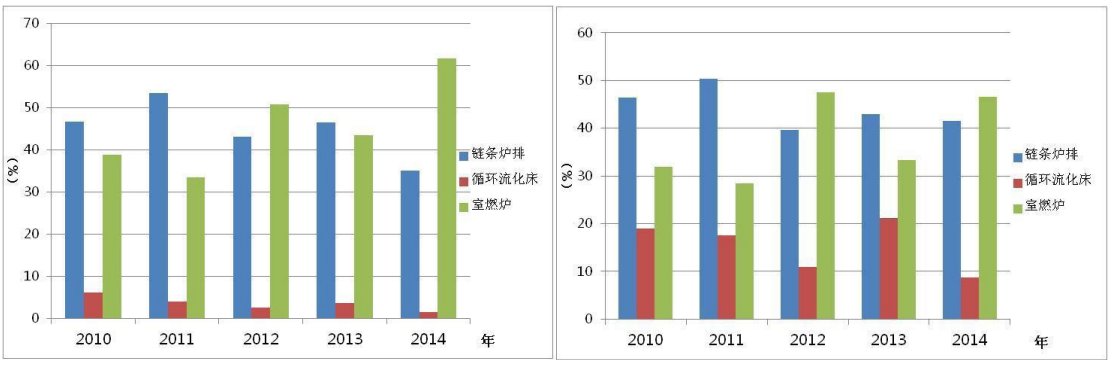


图 7.3 按燃烧方式划分比例（台数/蒸吨）

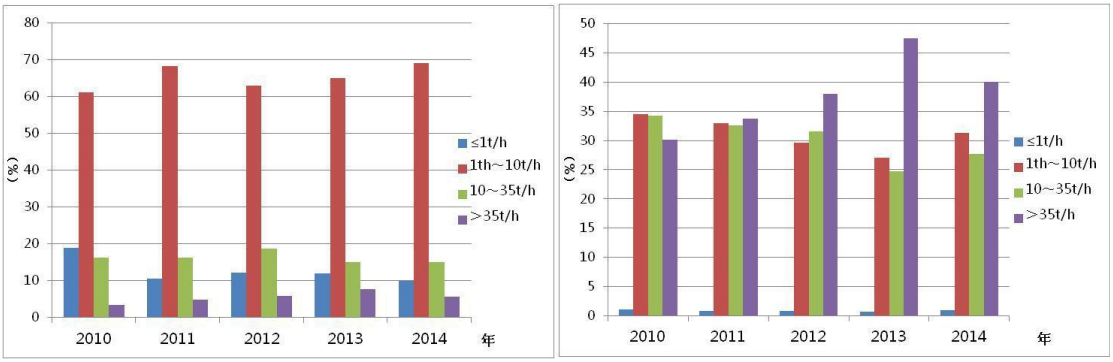


图 7.4 按容量划分比例（台数/蒸吨）

我国工业锅炉行业存在的主要问题：

一是标准体系不够完善。目前国内关于工业锅炉和部分系统配套设备的独立能效标准已经初步建立，已有的标准多属指导性的，未与设计规范、设备制造、系统成套和实际应用相联系，缺乏明确的工业锅炉产品、系统配套设备和锅炉系统的综合节能设计要求、锅炉系统能效标准、节能产品评定标准及锅炉系统运行能效测试评定方法标准，使得工业锅炉从产品的设计和用户的选型上都存在很多误区。虽然目前已经制定了工业锅炉的能效标准，但还是缺乏对于整个用能系统进行监管的节能法规和执法体系。

二是技术装备落后。大多数燃煤工业锅炉容量较小，单台平均容量仅为 3.8 吨/时，其中 2 吨/时以下台数占比达 66.5%；锅炉系统自控水平偏低，不利于工况调节；高效锅炉价格高、市场份额低、推广难度大；产业集中度低，制造企业数量多、规模小，技术水平普遍较弱。

三是锅炉系统运行效率低。锅炉选型裕度过大，运行负荷波动大，调节能力有限，实际运行效率低。风机、水泵等辅机大多无负荷调节档次。锅炉水质大

多不能达到国家标准要求，锅炉结垢较为严重，热效率下降明显。运行管理粗放，操作人员技术素质偏低。

四是燃料匹配性差。锅炉燃料以未经洗选加工的原煤为主，煤种复杂、热值不稳定、灰分和含硫量高。与燃烧洗选煤相比，不仅降低了锅炉效率，还加重了环境污染。天然气、生物质等清洁燃料比重很低。

五是环保设施不到位。10 吨/时以下的燃煤工业锅炉大多没有配置有效的除尘装置，基本没有脱硫脱硝设施，排放超标严重。由于污染源过于分散，环境监管难度大，偷排等环境违法现象突出。

六是政策法规不完善。锅炉设计、制造、运行、检测等在节能环保方面的技术规范和标准尚不完善，准入门槛较低。激励和约束机制不健全，创新驱动不足，市场缺乏节能减排的内生动力。

国务院于 2013 年印发了《大气污染防治行动计划》(国发〔2013〕37 号)，要求全面整治燃煤小锅炉。2014 年国家发改委等七部门印发了《燃煤锅炉节能环保综合提升工程实施方案》（发改环资[2014]2451 号）要求加快制修订锅炉选型及配套辅机选择、经济运行、能效测试评价方法等标准。2016 年工信部发布了《关于印发高效节能环保工业锅炉产业化实施方案的通知》（工信厅节函〔2016〕492 号）,要求强化标准引领,加快制定工业锅炉系统节能标准，完善工工业锅炉节能标准，提高工业锅炉系统效率，成为节能工作的当务之急。

（2）我国工业锅炉能效标准现状

目前我国已建立了较完善的工业锅炉能效、排放、测试、监管标准体系，关于工业锅炉和部分配套设备的独立能效标准已经基本建立，GB 24500-2009《工业锅炉能效限定值及能效等级》是衡量工业锅炉本体是否节能的强制性能效标准，TSG G0002-2010《锅炉节能技术监督管理规程》规定了锅炉及其系统节能方面的基本要求，TSG G0003-2010《工业锅炉能效测试与评价规则》规定了工业锅炉能效测试与系统运行能效评价要求，GB/T 10180-2017《工业锅炉热工性能试验规程》对工业锅炉的性能评价做了要求，NB/T 47035-2013《工业锅炉系统能效评

价导则》规定了工业锅炉系统能效评价活动的原则、工作程序、评价内容等技术要求。

根据调研结果，起草组认为GB24500-2009存在的主要问题如下：

1.工业锅炉产品能效指标不健全，部分指标偏低。

目前缺少生物质锅炉、煤粉工业锅炉、高炉/焦炉煤气锅炉、电热锅炉产品能效指标，天然气锅炉、燃煤锅炉能效指标多年未修订。燃气锅炉指标偏低，尤其在冷凝锅炉。不少高耗能低效锅炉。以低价格流入市场，有些锅炉热效率指标只有 60％~70%。

2.GB 24500与其他相关标准规范有不一致的地方，需要协调一致性。例如能效限定值与TSGG002《锅炉节能技术监督管理规程》、TSG G0002第一号修改单需要保持一致。

3. 缺少系统能效指标，在用锅炉指标仅仅用瞬态的热效率评价不科学

由于我国锅炉安全监管范围的原因，锅炉制造企业、检验或测试机构、使用单位大部分安全节能环保工作都是针对锅炉本体开展，并没有从锅炉系统的角度制定指标来约束管理运行的状态。且我国工业锅炉，特别是燃煤工业锅炉自动控制水平低自动控制水平低，依靠操作人员经验调节锅炉运行参数，由于作业人员技术素质参差不齐，以及管理人员和操作人员的节能意识和技术水平欠缺，使得锅炉的运行效率远远达不到经济运行的指标。

4. 冷凝燃天然气锅炉热效率计算方法不统一

现行的能效测试方法中热效率计算也采用低位发热量。目前国内锅炉制造企业与使用单位对于锅炉节能环保愈发重视，使用燃天然气锅炉并加装烟气回收装置的越来越普遍，排烟温度降低后依据现行标准对于部分燃天然气锅炉计算热效率超过 100%，数据显得不科学，也不利于对于冷凝锅炉和非冷凝锅炉的比较。

5.工业锅炉产品的能效指标和实际运行脱节

目前现行的锅炉产品能效指标都是基于锅炉额定负荷状况下制定的，而锅炉在实际运行过程中经常处于非额定负荷，我国工业锅炉一般平均负荷率在50％～70％之间，以瞬态的锅炉热效率作为工业锅炉能效唯一指标，没有考虑

锅炉负荷变化、燃料变化、管理因素、操作因素对锅炉运行能效的影响，不利于锅炉使用单位了解锅炉运行能效水平在同行业、同地区的位置，也不利于政府掌握不同行业、不同地区工业锅炉运行能效水平，督促不达标企业进行整改。

调查组认为：该标准的制订将完善我国工业锅炉能效标准体系，推动工业锅炉系统优化节能，从源头上提高锅炉效率，为工业锅炉系统实施节能监督，开展和规范锅炉系统节能评价工作提供技术支撑。

（3）国外工业锅炉节能环保标准经验

美国工业锅炉主要为油气燃料，燃煤工业锅炉较少，大多运行时间较长，但运行效率高，在 80%~82%。美国从 2012 年开始实施锅炉系统能效提升工程，从政策、标准、技术及管理等方面对锅炉和管网系统实施综合性的能效提升行动。制定了新的强制性污染物排放标准，比如制定强制性的锅炉最大可行控制技术(MACT))标准、强制性锅炉年度调检规定，来推动节能减排技术的使用和清洁能源的替代，美国对污染物排放控制已经逐渐转向依据最佳可行技术实施动态控制。另外，出台行动指南及实施细则，包括颁布锅炉系统运行指南及替代技术指南（例如：锅炉调检指南、锅炉管网系统节能指南、利用热电联产替代指南等）来明确怎么干，并提供技术培训进行技术支持，美国能源部编制了蒸汽管网系统工具软件包、能源部清洁能源技术中心提供现场技术支持，并提供技术案例，然后制定严格的监管方案，跟踪用户达标情况。美国对不同类型层燃锅炉的煤质有专门规定，形成了锅炉专用煤标准，保证燃煤质量与锅炉设计匹配。美国锅炉均严格按照设计规范设计，并不断进行老锅炉的技术改造，通过各种污染物减排措施，如采用布袋除尘器、低 NOx 燃烧器、脱硫装置等保证污染物达标排放。

通过对美国、欧盟、日本锅炉能效指标的收集研究，并且与中国锅炉能效指标的对比，可得：中国锅炉能效指标：锅炉能效指标为额定负荷下热效率测试时值，能效等级分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级，按照层燃锅炉、循环流化床锅炉、燃油气锅炉等炉型以及燃煤、燃油气等燃料种类进行区分，燃料热值选用收到基低位热值；在用工业锅炉能效指标尚未制订，一般要求为不低于锅炉新产品能效指标的 90%；锅炉系统能效指标未制订；对锅炉排烟温度、过量空气系数设立限定值。

美国锅炉能效指标：美国对于锅炉锅炉的要求为年平均燃料效率，突出反映使用单位运行状况；燃料分为燃油、燃气和其他燃料，燃料热值选用收到基高位热值；由于美国与中国不同，热水锅炉数量有限，对锅炉系统的要求主要依照 ASME 标准进行蒸汽系统评价，得出单位热输出和能耗量，识别节能机会，并进行节能改造；对锅炉排烟温度、过量空气系数未进行规定。

欧盟锅炉能效指标：欧盟主要国家锅炉新产品能效指标为不同负荷条件下热效率加权平均值，不分炉型，区分冷凝型锅炉和非冷凝型锅炉，不分燃料种类；燃料热值选用收到基低位热值、高位热值两种；其工业锅炉能效指标为不同运行负荷下的锅炉能效热效率，用于评价锅炉运行状况；锅炉系统能效指标未制订，但是对于锅炉使用单位有年度的节能要求；对锅炉排烟温度、过量空气系数未进行规定；此外，欧盟还对锅炉排烟热损失进行了特殊规定，要求排烟热损失不能大于 9%。

日本锅炉能效指标：日本锅炉能效指标与中国、美国、欧盟都不相同，其锅炉能效指标不是热效率标准，而是选用排烟温度和过量空气系数作为能效控制值，炉型按照燃料分为固体燃料（固体燃料炉型分为固定床和流化床）、液体燃料和气体燃料，排烟温度和过量空气系数分为基准值和目标值，也并没有按照锅炉新产品、在用锅炉、锅炉系统进行区分

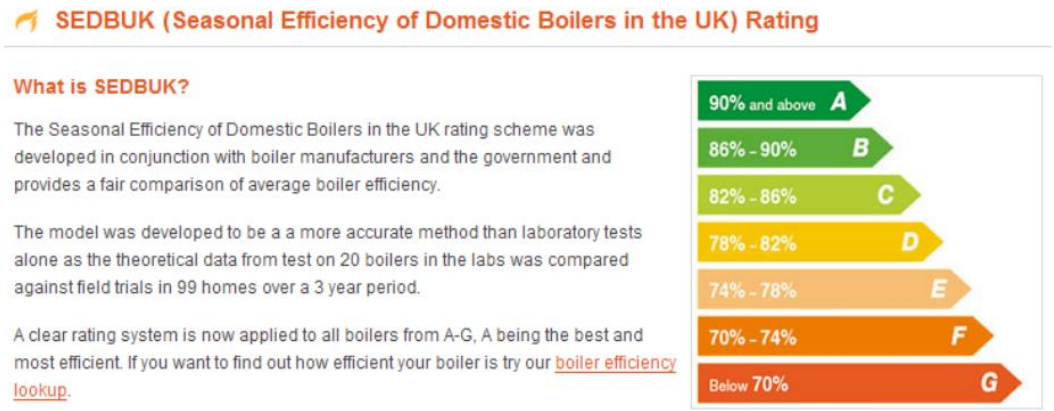
对于能效环保指标的设立，美国主要体现了节能环保统一的原则，对于 CO 这一主要影响锅炉能效的参数列入排放限制中进行规定，同时 MACT 标准以整体能效排名前 12%作为标杆，体现了锅炉节能环保一体的思路。此外对于能效指标，不以锅炉热效率为主，DOE 最低能效标准和能源之星都是以企业或行业年度燃料效率 AFUE 的概念出现，更加贴近设备的运行与企业的生产，能够更加真实科学的反映能效水平。美国重视系统能源利用的概念，特别是通过对于锅炉运行状况的评估主要以系统能源评估，以能源人工投入与热量产出比作为依据，评价系统的运行状况并发现系统运行的问题，识别出整个系统或企业存在的潜在节能机会，运用 DOE 开发的 SSAT，SSMT，决策树等分析软件分析实现节能机会的资金投入产出比，最终选择最优方案实现能源利益最大化，从而促进落后能够科学的

提升自身水平。

欧盟采用锅炉效率导则(Guidelines 92/42/EU Council)规定了生活和商业供热锅炉的最低热效率要求(minimum efficiency)。德国规定了更细致的标准效率，需要选取五个不同负荷下的锅炉效率进行加权平均，才能获得锅炉的标准效率。如DIN4702-8 Central Heating Boiler; Determination Of The Standard Efficiency And The Standard Emissivity 规定锅炉负荷分别为13%、30%、39%、48%和63%的效率，测试计算获得锅炉的标准效率后，按标准效率将锅炉进行分类。

英国的燃油、燃气生活和商业供热锅炉的标准效率被称为 SEDBUK Efficiency(Seasonal Efficiency of Domestic Boiler in the UK，按高位发热值计算)，通过选取满负荷效率和 30%负荷效率进行计算得到。标准效率都分成 7 级，即 A、B、C、D、E、F、G，其中 A～C 为冷凝式锅炉，D 级是最好的非冷凝式锅炉。其中 A 级锅炉效率 90%及以上，B 级锅炉效率 86%~90%，C 级锅炉效率 82%~86%，D 级锅炉效率 78%~82%，E 级锅炉效率 74%~78%，F 级锅炉效率 70%~74%，G 级锅炉效率 70%以下。

图 8 英国锅炉能效指标及分级



德国规定了非常细致而且严格的标准效率值，通过选取五个不同负荷下的锅炉效率进行加权平均，确定锅炉的标准效率，该标准效率称为德国标准效率。如 DIN 4702-8 规定了锅炉负荷分别为 13%，30%，39%，48%，63%。根据

测试结果计算将锅炉分为 7 个等级，分别为：1975 年制造的恒定供热温度锅炉（标准效率为 65%-80%），标准锅炉（标准效率为 82%-88%），低温锅炉（标准效率为 88.5%-91.5%），现代型低温锅炉（标准效率为 92%-95%），冷凝式锅炉（标准效率为 97.5%-99.5%），改进型冷凝式锅炉（标准效率为 101%-105%）。

图 9 法国锅炉能效指标

Fuel type	Output (%)
Domestic fuel	89
Heavy fuel	88
Gaseous fuel	90
Coal or lignite	86

（二）标准内容介绍

1 标准适用范围

本标准对工业锅炉的范围适当扩大，将除了电站锅炉之外的大部分锅炉类型纳入工业锅炉范围，常压锅炉、生活锅炉也纳入本标准工业锅炉范畴，压力不做太多限制。锅炉类型增加生物质、室燃（煤粉）、电锅炉、有机热载体锅炉的能效指标，不增加垃圾锅炉的能效指标，因为垃圾锅炉的燃料复杂，没有测试方法。

将原来标准范围修改为：本标准适用于下列以煤、油、气、生物质、电为燃料、以水或有机热载体为介质的固定式钢制锅炉：a.额定蒸汽压力≥0.1Mpa 的蒸汽锅炉；b.额定出水压力≥0.1Mpa 且额定功率≥0.1MW 的热水锅炉。

明确工业锅炉范围，参考 GB10180-2017。

2 规范性引用文件

增加以下相关引用文件：

GB 13271　锅炉大气污染物排放标准

TSG G0002 锅炉节能技术监督管理规程

NB/T 47066　冷凝锅炉热工性能试验方法

3 术语和定义

该标准增加了冷凝燃气锅炉的效率指标要求，因此在术语与定义中增加了

冷凝燃气锅炉的定义：Condensing Gas-fired Boiler 烟气中的水蒸气连续凝结释放气化潜热的燃气锅炉。

4 技术要求

增加“4.1 基本要求”：工业锅炉的技术、安全、环保要求应符合 GB 13271、TSG G0002，工业锅炉的设计、制造应遵照节能、节材的原则。

明确锅炉效率的计算范围，按 GB10180 工业锅炉热工性能试验规程的锅炉系统边界确定。冷凝燃气锅炉热效率基于低位发热量计算。

4.2 工业锅炉能效等级

修改为：工业锅炉能效等级分为 3 级，其中 1 级能效最高。各级层状燃烧锅炉在额定工况下的热效率值均应不低于表 1 的规定。各级流化床燃烧锅炉在额定工况下的热效率值均应不低于表 2 的规定。各级燃油燃气锅炉在额定工况下的热效率值均应不低于表 3 的规定。其中，燃气锅炉未发生烟气冷凝时按表 3-1 执行，发生烟气冷凝且热量回收利用时按表 3-2 执行。各级室燃（煤粉）锅炉、水煤浆锅炉在额定工况下的热效率值均应不低于表 4 的规定。各级电加热锅炉在额定工况下的热效率值均应不低于表 5 的规定。

增加“4.4 工业锅炉节能评价值”工业锅炉节能评价值在额定工况下的热效率值均应不低于表 1、表 2、表 3、表 4、表 5 中 2 级的规定。

对能效具体指标的修改依据如下：

1.能效限定值与 TSG G0002 第一号修改单内容进行调整，保持与 TSG 的一致性，节能评价值适当调整。对表 1 层燃锅炉热效率指标、表 3 循环流化床热效率指标进行适当调整，能效限定值与 TSG G0002 第一号修改单内容进行调整，保持与 TSG 的一致性。

2.表 2：删除“表 2 抛煤机链条炉的热效率”，在表 1 层燃锅炉热效率的注中说明抛煤机锅炉可以按照层燃链条炉排执行。

3.增加冷凝燃气锅炉热效率指标。增加表 4-2 冷凝燃气锅炉热效率，说明在排烟温度高于露点温度时按表 4-1 执行，低于露点温度时按表 4-2 执行，按低位发热量计算效率。

4.增加煤粉锅炉热效率指标要求。各级室燃（煤粉）锅炉、水煤浆锅炉在额定工况下的热效率值均应不低于表 4 的规定。

5.增加生物质锅炉热效率指标要求，按照层燃锅炉和流化床锅炉进行重新组合，放入表 1 和表 2 中，参考 NB/T47062-2017 生物质成型燃料锅炉的标准要求。对层状燃烧生物质锅炉按表 1 执行，对流化床燃烧锅炉在额定工况下的热效率值按表 2 执行。

6.增加电锅炉热效率指标要求。各级电加热锅炉在额定工况下的热效率值均应不低于表 5 的规定。

7.增加有机热载体锅炉的要求，按相应炉型执行。

5 试验方法

增加“5.2 冷凝锅炉热工性能试验方法 NB/T 47066”。

（三）本标准内容与减排、安全、质量的协调

本标准侧重工业锅炉能效限定值及能效等级评价，但并未将节能与减排、安全和质量割裂起来，保持与其他标准规范相一致。与 TSG G0003《工业锅炉能效测试与评价规则》、TSGG002《锅炉节能技术监督管理规程》、TSG G0002 第一号修改单、GB/T 15317《燃煤工业锅炉节能监测》、GB/T17954《工业锅炉经济运行》等规范相协调一致。本标准的前提是工业锅炉的技术、安全、环保要求应符合 TSG G0001、TSG G0002、GB50041、GB 13271 等，工业锅炉的设计、制造应遵守节能、节材的原则，锅炉应在环保达标的前提下符合能效指标要求。本标准的 3 级指标能效限定值与 TSG G0002 第一号修改单保持一致。

（四）标准建议

1.该标准提出了锅炉本体的能效指标，没有提出工业锅炉系统的评价的指标还不完善，有待进一步积累数据后完善。

2.该标准没有给出不同负荷下能效指标，只给出额定工况下标准，待将来数据积累后再修订标准。因为实际运行中大部分锅炉无法长时间在额定负荷下运行，从而造成指标值与现实情况不符，可参照美国采用年平均燃料效率，欧盟采用不同负荷下热效率加权平均的做法，建议将锅炉能效指标完善为不同负荷下的

热效率或加权平均值，同时形成锅炉能效曲线，充分反映锅炉不同运行负荷下运行的综合状况。

3.燃料发热量的统一

目前国内燃料的发热量参与计算的是低位热值，导致燃气锅炉效率超 100%，而欧美发达国家使用的是高位热值，计算基准的差异在国际招投标中往往会引起歧义，但是国内企业长期以来使用低位发热量，要改为高位发热量涉及很多方面的修改，是一个系统工程，需要长时间工作。