

TSG 特种设备安全技术规范

TSG 11—2020

锅炉安全技术规程

Regulation on Safety Technology for Boiler

国家市场监督管理总局颁布

2020年10月29日

前 言

2015 年 1 月,原国家质量监督检验检疫总局(以下简称原国家质检总局)特种设备安全监察局(以下简称特种设备局)下达制订《锅炉安全技术规程》(以下简称《锅规》)的立项任务书。2015 年 5 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,召开起草工作组第一次全体会议,制订《锅规》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《锅规》草案。

2016 年 5 月,起草工作组召开第二次全体会议,形成《锅规》征求意见稿。2016 年 8 月,特种设备局以质检特函〔2016〕42 号文征求基层部门、有关单位和专家及公民的意见。

2017 年 8 月,起草工作组召开第三次全体会议,对相关意见进行讨论,形成送审稿。2017 年 12 月,原国家质检总局特种设备安全与节能技术委员会对送审稿进行审议。2018 年 3 月召开起草工作组工作会议,根据审议意见形成报批稿。

2019 年 5 月,《锅规》报批稿由国家市场监督管理总局向 WTO/TBT 进行通报。

2020 年 10 月 29 日,《锅规》由国家市场监督管理总局批准颁布。

本规程将《锅炉安全技术监察规程》(TSG G0001—2012)、《锅炉设计文件鉴定管理规则》(TSG G1001—2004)、《燃油(气)燃烧器安全技术规则》(TSG ZB001—2008)、《燃油(气)燃烧器型式试验规则》(TSG ZB002—2008)、《锅炉化学清洗规则》(TSG G5003—2008)、《锅炉水(介)质处理监督管理规则》(TSG G5001—2010)、《锅炉水(介)质处理检验规则》(TSG G5002—2010)、《锅炉监督检验规则》(TSG G7001—2015)、《锅炉定期检验规则》(TSG G7002—2015)等几个锅炉相关安全技术规范进行整合,形成锅炉的综合技术规范。《锅规》基本保留了原来技术规范中行之有效的主体内容;纳入了近年来相关文件中提出的基本安全要求;对实施过程中发现的问题进行梳理,调整了部分内容;进一步明确了锅炉范围内管道的界定和技术要求;结合近年来锅炉技术的发展,优化了电站锅炉的相关要求,补充了铸铝锅炉、生物质锅炉的基本安全要求;按照《中华人民共和国大气污染防治法》要求增加了锅炉环保的基本要求。

目 录

1 总则	(1)
2 材料	(3)
3 设计	(5)
4 制造	(14)
5 安全附件和仪表	(27)
6 燃烧设备、辅助设备及系统	(38)
7 安装、改造、修理	(42)
8 使用管理	(45)
9 检验	(50)
10 专项要求	(56)
11 附则	(68)
附件 A 锅炉用材料的选用	(69)
附件 B 锅炉产品合格证	(74)
附表 b 锅炉产品数据表	(75)
附件 C 特种设备代码编号方法	(76)
附件 D 液(气)体燃料燃烧器型式试验型号覆盖原则	(78)
附件 E 锅炉制造监督检验项目	(80)
附件 F 锅炉安装监督检验项目	(84)
附件 G 锅炉监督检验证书	(90)
附件 H 锅炉外部检验项目	(92)
附件 J 锅炉内部检验项目	(98)
相关规章和规范历次制(修)订情况	(107)

锅炉安全技术规程

1 总 则

1.1 目的

为了保障锅炉安全运行,预防和减少事故,保护人民生命和财产安全,促进经济社会发展,根据《中华人民共和国特种设备安全法》和《特种设备安全监察条例》,制定本规程。

1.2 适用范围

本规程适用于《特种设备目录》范围内的蒸汽锅炉、热水锅炉、有机热载体锅炉。

注 1-1:按照锅炉设计制造的余(废)热锅炉应当符合本规程的要求。

1.2.1 锅炉本体

锅炉本体是由锅筒(壳)、启动(汽水)分离器及诸水箱、受热面、集箱及其连接管道、炉膛、燃烧设备、空气预热器、炉墙、烟(风)道、构架(包括平台和扶梯)等所组成的整体。

1.2.2 锅炉范围内管道

(1)电站锅炉,包括主给水管道、主蒸汽管道、再热蒸汽管道等(注 1-2)以及第一个阀门以内(不含阀门,下同)的支路管道;

(2)电站锅炉以外的锅炉,设置分汽(水、油)缸(以下统称分汽缸,注 1-3)的,包括给水(油)泵出口至分汽缸出口与外部管道连接的第一道环向焊缝以内的承压管道;不设置分汽缸的,包括给水(油)泵出口至主蒸汽(水、油)出口阀以内的承压管道。

注 1-2:主给水管道指给水泵出口止回阀至省煤器进口集箱以内的管道;主蒸汽管道指末级过热器出口集箱至汽轮机高压主汽阀(对于母管制运行的锅炉,至母管前第一个阀门)以内的管道;再热蒸汽冷段管道指汽轮机排汽止回阀至再热器进口集箱以内的管道;再热蒸汽热段管道指末级再热器出口集箱至汽轮机中压主汽阀以内的管道。

注 1-3:分汽缸应当按照锅炉集箱或者压力容器的相关规定进行设计、制造。

注 1-4:锅炉管辖范围之外的与锅炉相连的动力管道,可以参照锅炉范围内管道要求与锅炉一并进行安装监督检查及定期检验。

1.2.3 锅炉安全附件和仪表

包括安全阀、爆破片、压力测量、水(液)位测量、温度测量等装置(仪表)、安全保护装置、排污和放水装置等。

1.2.4 锅炉辅助设备及系统

包括燃料制备、水处理设备及系统等。

1.3 不适用范围

(1)设计正常水位水容积(直流锅炉等无固定汽水分界线的锅炉,水容积按照汽水系统进出口内几何总容积计算,下同)小于 30L,或者额定蒸汽压力小于 0.1MPa 的蒸汽锅炉;

(2)额定出水压力小于 0.1MPa 或者额定热功率小于 0.1MW 的热水锅炉;

(3)额定热功率小于 0.1MW 的有机热载体锅炉。

1.4 锅炉设备级别

锅炉设备级别按照参数分为 A 级、B 级、C 级、D 级。

1.4.1 A 级锅炉

A 级锅炉是指 p (表压,下同,注 1-5) $\geq 3.8\text{MPa}$ 的锅炉,包括:

- (1)超临界锅炉, $p \geq 22.1\text{MPa}$;
- (2)亚临界锅炉, $16.7\text{MPa} \leq p < 22.1\text{MPa}$;
- (3)超高压锅炉, $13.7\text{MPa} \leq p < 16.7\text{MPa}$;
- (4)高压锅炉, $9.8\text{MPa} \leq p < 13.7\text{MPa}$;
- (5)次高压锅炉, $5.3\text{MPa} \leq p < 9.8\text{MPa}$;
- (6)中压锅炉, $3.8\text{MPa} \leq p < 5.3\text{MPa}$ 。

1.4.2 B 级锅炉

- (1)蒸汽锅炉, $0.8\text{MPa} < p < 3.8\text{MPa}$;
- (2)热水锅炉, $p \leq 5.3\text{MPa}$, 且 $t \geq 120^\circ\text{C}$ (t 为额定出水温度,下同);
- (3)气相有机热载体锅炉, $Q > 0.7\text{MW}$ (Q 为额定热功率,下同);液相有机热载体锅炉, $Q > 4.2\text{MW}$ 。

1.4.3 C 级锅炉

- (1)蒸汽锅炉, $p \leq 0.8\text{MPa}$, 且 $V > 50\text{L}$ (V 为设计正常水位水容积,下同);
- (2)热水锅炉, $0.4\text{MPa} < p < 3.8\text{MPa}$, 且 $t < 120^\circ\text{C}$; $p \leq 0.4\text{MPa}$, 且 $95^\circ\text{C} < t < 120^\circ\text{C}$;
- (3)气相有机热载体锅炉, $Q \leq 0.7\text{MW}$;液相有机热载体锅炉, $Q \leq 4.2\text{MW}$ 。

1.4.4 D 级锅炉

- (1)蒸汽锅炉, $p \leq 0.8\text{MPa}$, 且 $V \leq 50\text{L}$;
- (2)热水锅炉, $p \leq 0.4\text{MPa}$, 且 $t \leq 95^\circ\text{C}$ 。

注 1-5: p 是指锅炉额定工作压力,对蒸汽锅炉代表额定蒸汽压力,对热水锅炉代表额定出水压力,对有机热载体锅炉代表额定出口压力。

1.5 采用境外标准的锅炉

对于采用境外标准的锅炉，其材料、设计、制造和产品检验、安全附件和仪表、出厂资料、铭牌等不得低于本规程要求，否则应当按照本规程1.6的要求进行技术评审和批准。

1.6 特殊情况的处理

有关单位采用新材料、新技术、新工艺，与本规程不一致，或者本规程未作要求，可能对安全性能有重大影响的，应当向国家市场监督管理总局申报，由国家市场监督管理总局委托特种设备安全与节能技术委员会进行技术评审，评审结果经国家市场监督管理总局批准后投入生产、使用。

1.7 与技术标准、管理制度的关系

本规程规定了锅炉的基本安全要求，锅炉生产、使用、检验、检测采用的技术标准、管理制度等不得低于本规程的要求。

1.8 专项要求

有关热水锅炉、有机热载体锅炉、铸铁锅炉、铸铝锅炉和 D 级锅炉的专项要求，按照本规程第 10 章的要求执行，并且优先采用。

1.9 其他要求

(1) 锅炉的节能环保应当满足法律、法规、安全技术规范及相关标准的要求；

(2) 锅炉销售单位应当建立并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的要求，其设计文件、产品质量合格证明等相关技术资料 and 文件应当齐全；

(3) 锅炉的制造、安装、改造、修理、使用单位和检验机构应当按照特种设备信息化要求及时填报信息。

2 材 料

2.1 基本要求

锅炉受压元件金属材料、承载构件材料及其焊接材料在使用条件下应当具有足够的强度、塑性、韧性以及良好的抗疲劳性能和抗腐蚀性能。

2.2 性能要求

(1) 锅炉受压元件和与受压元件焊接的承载构件钢材应当是镇静钢；

(2) 锅炉受压元件用钢材(铸钢件除外)室温夏比冲击吸收能量(KV_2)应当不低于 27J;

(3) 锅炉受压元件用钢材(铸钢件除外)的纵向室温断后伸长率(A)应当不小于 18%。

2.3 材料选用

锅炉受压元件用钢板、钢管、锻件、铸钢件、铸铁件、紧固件以及拉撑件和焊接材料应当按照本规程附件 A 的要求选用。

2.4 材料采用及加工特殊要求

(1) 各类管件(三通、弯头、变径接头等)以及集箱封头等元件可以采用相应的锅炉用钢管材料热加工制作;

(2) 除各种形式的法兰外,碳素钢空心圆筒形管件外径不大于 160mm,合金钢空心圆筒形管件或者管帽类管件外径不大于 114mm,如果加工后的管件同时满足无损检测合格、管件纵轴线与圆钢的轴线平行的相应规定,可以采用轧制或者锻制圆钢加工;

(3) 灰铸铁不应当用于制造排污阀和排污弯管,

(4) 额定工作压力小于或者等于 1.6MPa 的锅炉以及蒸汽温度小于或者等于 300℃ 的过热器,其放水阀和排污阀的阀体可以采用本规程附件 A 中的可锻铸铁或者球墨铸铁制造;

(5) 额定工作压力小于或者等于 2.5MPa 的锅炉的方形铸铁省煤器和弯头,可以采用牌号不低于 HT200 的灰铸铁制造;额定工作压力小于或者等于 1.6MPa 的锅炉的方形铸铁省煤器和弯头,可以采用牌号不低于 HT150 的灰铸铁制造。

2.5 材料代用

锅炉的代用材料应当符合本规程对材料的规定,材料代用应当满足强度、结构和工艺的要求,并且经过材料代用单位技术部门(包括设计和工艺部门)的同意。

2.6 新材料的研制

研制锅炉用新材料时,研制单位应当进行系统的试验研究工作,并且按照本规程 1.6 的规定通过技术评审和批准。评审应当包括材料的化学成分、物理性能、力学性能、组织稳定性、高温性能、抗腐蚀性能、工艺性能等内容。

2.7 锅炉受压元件采用境外牌号材料

(1) 应当是经国家市场监督管理总局公告的境外锅炉产品标准中允许使用的材料;

(2) 按照订货合同规定的技术标准和技术条件进行验收;

(3) 材料使用单位首次使用前,应当进行焊接工艺评定和成型工艺试验;

(4)应当采用该材料的技术标准或者技术条件所规定的性能指标进行强度计算;

(5)首次在国内锅炉上使用的材料,应当按照本规程 1.6 的要求通过技术评审和批准

2.8 材料质量证明

(1)材料制造单位应当向材料使用单位提供质量证明书,质量证明书的内容应当齐全,并且印制可以追溯的信息化标识,加盖材料制造单位质量检验章,同时在材料的明显部位做出清晰、牢固的钢印标志或者其他标志;

(2)锅炉材料采购单位从非材料制造单位取得锅炉用材料时,应当取得材料制造单位提供的质量证明书原件或者加盖了材料经营单位公章和经办负责人签字(章)的复印件;

(3)材料使用单位应当对所取得的锅炉用材料及材料质量证明书的真实性和一致性负责。

2.9 材料验收

锅炉材料使用单位应当建立材料验收制度。锅炉制造单位应当按照 JB/T 3375《锅炉用材料入厂验收规则》对锅炉用材料进行入厂验收(其他锅炉材料使用单位可参照执行),合格后才能使用。

符合下列情况之一的材料可以不过行理化和相应的无损检测复验:

(1)材料使用单位验收人员按照采购技术要求在材料制造单位进行验收,并且在检验报告或者相关质量证明文件上进行见证签字确认的;

(2)B 级及以下锅炉用碳素钢和碳锰钢材料,实物标识清晰、齐全,具有满足本规程 2.8 要求的质量证明书,质量证明书与实物相符的

2.10 材料管理

(1)锅炉材料使用单位应当建立材料保管和使用的管理制度,锅炉受压元件用的材料应当有标记,切割下料前,应当作标记移植,并且便于识别;

(2)焊接材料使用单位应当建立焊接材料的存放、烘干、发放、回收和回用管理制度。

3 设 计

3.1 基本要求

锅炉的设计应当符合安全、节能和环保的要求。锅炉制造单位对其制造的锅炉产品设计质量负责。锅炉及其系统设计时,应当综合能效和大气污染物排放要求进行系

统优化，并向锅炉使用单位提供大气污染物初始排放浓度(注 3-1)等相关技术参数。

注 3-1：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

3.2 设计文件鉴定

锅炉的设计文件应当按照本规程第 9 章的要求经过鉴定

3.3 强度计算

3.3.1 安全系数选取

强度计算时，确定锅炉承压件材料许用应力的最小安全系数，见表 3-1。其他设计方法和部件材料安全系数的确定应当符合相关产品标准的规定。

表 3-1 强度计算的安全系数

材 料 (板、锻件、管)	安 全 系 数			
	室温下的 抗拉强度 R_m	设计温度下的 屈服强度 R_{el}^t ($R_{p0.2}^t$)	设计温度下经 10^5h 断裂的持 久强度平均值 R_D^t	设计温度下 10^5h 蠕变率为 1%蠕 变极限平均值 R_n^t
碳素钢和合金钢	$n_b \geq 2.7$	$n_s \geq 1.7$	$n_d \geq 1.5$	$n_n \geq 1.0$

3.3.2 许用应力

许用应力取室温下的抗拉强度 R_m 、设计温度下的屈服强度 R_{el}^t ($R_{p0.2}^t$)、设计温度下持久强度极限平均值 R_D^t 、设计温度下蠕变极限平均值 R_n^t 除以相应安全系数后的最小值。

对奥氏体高合金钢，当设计温度低于蠕变温度范围并且允许有微量的永久变形时，可以适当提高许用应力至 $0.9 R_{p0.2}^t$ ，但不得超过 $\frac{R_{p0.2}}{1.5}$ (此规定不适用于法兰或者其他有微量永久变形就产生泄漏或者故障的场合)。

3.3.3 强度计算标准

锅炉本体受压元件的强度可以按照 GB/T 16507《水管锅炉》或者 GB/T 16508《锅壳锅炉》进行计算和校核，也可以采用试验或者其他计算方法确定锅炉受压元件强度。

锅炉范围内管道强度可以按照国家或者行业相关标准进行计算和校核。

- 3.4 锅炉结构的基本要求
- (1) 各受压元件应当有足够的强度；
 - (2) 受压元件结构的形式、开孔和焊缝的布置应当尽量避免或者减少复合应力和应力集中；
 - (3) 锅炉水(介)质循环系统应当能够保证锅炉在设计负荷变化范围内水(介)质循

环的可靠性，保证所有受热面得到可靠的冷却；受热面布置时，应当合理地分配介质流量，尽量减少热偏差；

(4) 锅炉制造单位应当选用满足安全、节能和环保要求的燃烧器；炉膛和燃烧设备的结构以及布置、燃烧方式应当与所设计的燃料相适应，防止火焰直接冲刷受热面，并且防止炉膛结渣或者结焦；

(5) 非受热面的元件，壁温可能超过该元件所用材料的许用温度时，应当采取冷却或者绝热措施；

(6) 各部件在运行时应当能够按照设计预定方向自由膨胀；

(7) 承重结构在承受设计载荷时应当具有足够的强度、刚度、稳定性及耐腐蚀性；

(8) 炉膛、包墙及烟道的结构应当有足够的承载能力；

(9) 炉墙应当具有良好的绝热和密封性；

(10) 便于安装、运行操作、检修和清洗内外部。

3.5 锅筒(壳)、炉胆等壁厚及长度

3.5.1 水管锅炉锅筒壁厚

锅筒的取用壁厚应当不小于 6mm

3.5.2 锅壳锅炉壁厚及炉胆长度

(1) 锅壳内径大于 1000mm 时，锅壳筒体的取用壁厚应当不小于 6mm；锅壳内径不大于 1000mm 时，锅壳筒体的取用壁厚应当不小于 4mm；

(2) 锅壳锅炉的炉胆内径应当不大于 1800mm，其取用壁厚应当不小于 8mm，并且不大于 22mm；炉胆内径不大于 400mm 时，其取用壁厚应当不小于 6mm；

(3) 卧式内燃锅炉的回燃室筒体的取用壁厚应当不小于 10mm，并且不大于 35mm；

(4) 卧式锅壳锅炉平直炉胆的计算长度应当不大于 2000mm，如果炉胆两端与管板板边对接连接，平直炉胆的计算长度可以放大至 3000mm。

3.5.3 胀接连接

(1) 胀接连接的锅筒(壳)的筒体、管板的取用壁厚应当不小于 12mm；

(2) 胀接连接的管子外径应当不大于 89mm

3.6 安全水位

(1) 水管锅炉锅筒的最低安全水位，应当保证下降管可靠供水；

(2) 锅壳锅炉的最低安全水位，应当高于最高火界 100mm；锅壳内径不大于 1500mm 的卧式锅壳锅炉，最低安全水位应当高于最高火界 75mm；

(3) 锅壳锅炉的安全降水时间(指锅炉停止给水情况下，在锅炉额定负荷下继续运行，锅炉水位从最低安全水位下降到最高火界的时间)一般应当不低于 7min，对

于燃气(液)锅炉一般应当不低于 5min;

(4) 锅炉的最低及最高安全水位应当在图样上标明;

(5) 直读式水位计和水位示控装置上下开孔位置,应当包括该锅炉最高、最低安全水位的示控范围。

3.7 主要受压元件的连接

3.7.1 基本要求

(1) 锅炉主要受压元件包括锅筒(壳)、启动(汽水)分离器及储水箱、集箱、管道、集中下降管、炉胆、回燃室以及封头(管板)、炉胆顶和下脚圈等;

(2) 锅炉主要受压元件的主焊缝[包括锅筒(壳)、启动(汽水)分离器及储水箱、集箱、管道、集中下降管、炉胆、回燃室的纵向和环向焊缝,封头(管板)、炉胆顶和下脚圈等的拼接焊缝]应当采用全焊透的对接焊接;

(3) 锅壳锅炉的拉撑件不应当拼接

3.7.2 T 型接头的连接

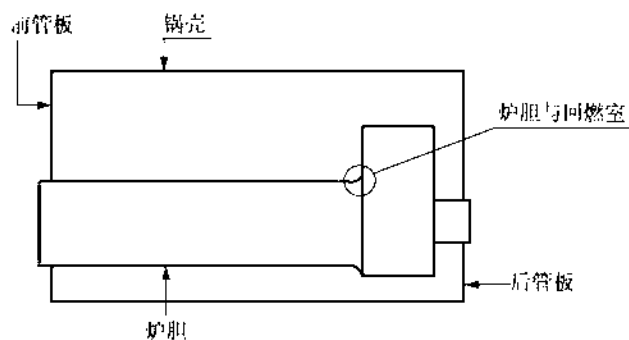
对于额定工作压力不大于 2.5MPa 的卧式内燃湿壳锅炉、锅壳式余热锅炉以及贯流式锅炉,除受烟气直接冲刷的部位(见图 3-1)的连接处以外,在符合以下要求的情况下,其管板与炉胆、锅壳可采用 T 型接头的对接连接,但是不得采用搭接连接:

(1) 采用全焊透的接头型式,并且坡口经过机械加工;

(2) 管板与筒体的连接采用插入式结构(贯流式锅炉除外);

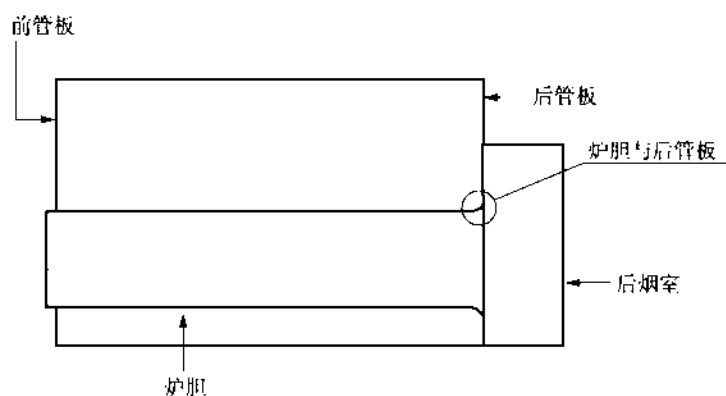
(3) T 型接头连接部位的焊缝计算厚度不小于管板(盖板)的壁厚,并且其焊缝背部能够封焊的部位均应当封焊,不能够封焊的部位应当采用氩弧焊或者其他气体保护焊打底,并且保证焊透;

(4) T 型接头连接部位的焊缝应当进行超声检测。

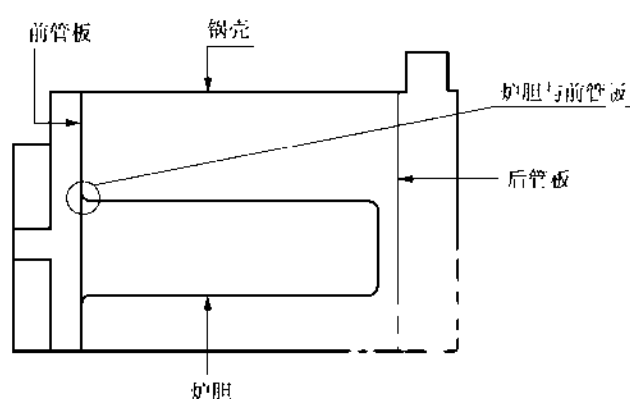


(a) 湿壳式

图 3-1 不允许采用 T 型接头连接的部位



(b) 干背式



(c) 回燃式

图 3-1 (续)

3.7.3 管接头与锅筒(壳)、集箱、管道的连接

锅炉管接头与锅筒(壳)、集箱、管道的连接,在以下情况下应当采用全焊透的接头型式:

- (1) 强度计算要求全焊透的加强结构型式;
- (2) A 级高压以上(含高压,下同)锅炉管接头外径大于 76mm 时;
- (3) A 级锅炉集中下降管管接头;
- (4) 下降管或者其管接头与集箱连接时(外径小于或者等于 108mm,并且采用插入式结构的下降管除外)

3.7.4 小管径管接头

A 级锅炉外径小于 32mm 的排气、疏水、排污和取样管等管接头与锅筒、集箱、管道相连接时,应当采用厚壁管接头。

3.8 管孔布置

3.8.1 胀接管孔

- (1) 胀接管孔间的净距离应当不小于 19mm;

(2) 胀接管孔中心与焊缝边缘以及管板扳边起点的距离应当不小于 $0.8d$ (d 为管孔直径), 并且不小于 $0.5d+12\text{mm}$;

(3) 胀接管孔不应当开在锅筒筒体的纵向焊缝上, 并且避免开在环向焊缝上; 对于环向焊缝, 如果结构设计不能够避免, 在管孔周围 60mm (如果管孔直径大于 60mm , 则取孔径值) 范围内的焊缝经过射线或者超声检测合格, 并且焊缝在管孔边缘上不存在夹渣缺陷, 对开孔部位的焊缝内外表面进行磨平且将受压元件整体热处理后, 可以在环向焊缝上开胀接管孔。

3.8.2 焊接管孔

集中下降管的管孔不应当开在焊缝及其热影响区上, 其他焊接管孔也应当避免开在焊缝及其热影响区上。如果结构设计不能够避免, 在管孔周围 60mm (如果管孔直径大于 60mm , 则取孔径值) 范围内的焊缝经过射线或者超声检测合格, 并且焊缝在管孔边缘上不存在夹渣缺陷, 管接头焊后经过热处理 (额定出水温度小于 120°C 的热水锅炉除外) 消除应力的情况下, 可以在焊缝及其热影响区上开焊接管孔。

3.9 焊缝布置

3.9.1 锅筒(壳)、炉胆等对接焊缝

锅筒(筒体壁厚不相等的除外)、锅壳和炉胆上相邻两筒节的纵向焊缝, 以及封头(管板)、炉胆顶或者下脚圈的拼接焊缝与相邻筒节的纵向焊缝, 都不应当彼此相连, 其焊缝中心线间距离(外圆弧长)至少为较厚钢板厚度的 3 倍, 并且不小于 100mm 。

3.9.2 受热面管子及管道对接焊缝

3.9.2.1 对接焊缝中心线间的距离

锅炉受热面管子(异种钢接头除外)以及管道直段上, 对接焊缝中心线间的距离(L)应当符合以下要求:

- (1) 外径小于 159mm 时, $L \geq 2$ 倍外径;
- (2) 外径大于或者等于 159mm 时, $L \geq 300\text{mm}$ 。

当锅炉结构无法满足(1)、(2)的要求时, 对接焊缝的热影响区不应当重合, 并且 $L \geq 50\text{mm}$ 。

3.9.2.2 对接焊缝

- (1) 受热面管子及管道(盘管及成型管件除外)对接焊缝应当位于管子直段上;
- (2) 受热面管子的对接焊缝中心线至锅筒(壳)及集箱外壁、管子弯曲起点、管子支吊架边缘的距离至少为 50mm , 对于 A 级锅炉此距离至少为 70mm (异种钢接头除外); 管道此距离应当不小于 100mm 。

3.9.3 其他要求

受压元件主焊缝及其邻近区域应当避免焊接附件。如果不能避免,则附件的焊缝可以穿过对接焊缝,而且不应当在对接焊缝及其邻近区域终止。

3.10 扳边元件直段长度

除了球形封头以外,扳边的元件(例如封头、管板、炉胆顶等)与圆筒形元件对接焊接时,扳边弯曲起点至焊缝中心线均应当有一定的直段距离。扳边元件直段长度应当符合表 3-2 的要求。

表 3-2 扳边元件直段长度

扳边元件内径(mm)	直段长度(mm)
≤ 600	≥ 25
> 600	≥ 58

3.11 套管

B 级以上(含 B 级)蒸汽锅炉,凡能够引起锅筒(壳)壁或者集箱壁局部热疲劳的连接管(如给水管、减温水管等),在穿过锅筒(壳)壁或者集箱壁处应当加装套管。

3.12 定期排污管

- (1)锅炉定期排污管口不应当低于锅筒(壳)或者集箱内壁的最低表面;
- (2)小孔式排污管用作定期排污时,小孔应当开在排污管下部,并且贴近筒体底部。

3.13 紧急放水装置

电站锅炉锅筒应当设置紧急放水装置,放水管口应当高于最低安全水位。

3.14 水(介)质要求、取样装置和反冲洗系统的设置

应当根据锅炉结构、运行参数、蒸汽质量要求等因素,明确水(介)质标准及质量指标要求。取样点的设置应当保证所取样品具有代表性。取样器和反冲洗系统设置要求如下:

- (1)A 级锅炉的省煤器进口(或者给水泵出口)、锅筒、饱和蒸汽引出管、过热器、再热器、凝结水泵出口等应当设置水汽取样装置;
- (2)A 级锅炉的过热器一般需要设置反冲洗用接口,反冲洗的介质也可以通过主汽阀前疏水管路引入;
- (3)B、C 级蒸汽锅炉给水泵出口和蒸汽冷凝回水系统应当设置取样装置,锅水(直流锅炉除外)和热力除氧器出水应当设置具有冷却功能的取样装置,对蒸汽质

量有要求时，应当设置蒸汽取样装置；热水锅炉应当在循环泵出口设置锅水取样装置。

3.15 膨胀指示器

A 级锅炉的锅筒和集箱应当设置膨胀指示器。悬吊式锅炉本体设计确定的膨胀中心应当予以固定。

3.16 与管子焊接的扁钢

膜式壁等结构中管子焊接的扁钢，其膨胀系数应当和管子相近，扁钢宽度的确定应当保证在锅炉运行中不超过其金属材料许用温度，焊缝结构应当保证扁钢有效冷却。

3.17 喷水减温器

(1) 喷水减温器的集箱与内衬套之间以及喷水管与集箱之间的固定方式，应当能够保证其相对膨胀，并且能够避免产生共振；

(2) 喷水减温器的结构和布置应当便于检修；在减温器或者减温器进(出)口管道上应当设置一个内径不小于 80mm 的检查孔，检查孔的位置应当便于对减温器内衬套以及喷水管进行内窥镜检查。

3.18 锅炉启动时省煤器的保护

设置有省煤器的蒸汽锅炉，应当设置旁通水路、再循环管或者采取其他省煤器启动保护措施。

3.19 再热器的保护

电站锅炉应当装设蒸汽旁路或者炉膛出口烟温监测等装置，确保再热器在启动及甩负荷时的冷却。

3.20 吹灰及灭火装置

装设油燃烧器的 A 级锅炉，尾部应当装设可靠的吹灰及空气预热器灭火装置。燃煤粉或者水煤浆锅炉、生物质燃料锅炉以及循环流化床锅炉在炉膛和布置有过热器、再热器和省煤器的对流烟道，应当装设吹灰装置。

3.21 尾部烟道疏水装置

B 级及以下燃气锅炉和冷凝式锅炉的尾部烟道应当设置可靠的疏水装置。

3.22 防爆门

额定蒸发量小于或者等于 75t/h 的燃用煤粉、油、气体及其他可能产生爆燃的燃料的水管锅炉，未设置炉膛安全自动保护系统的，炉膛和烟道应当设置防爆门，防

爆门的设置不应当危及人身安全。

3.23 门孔

3.23.1 门孔的设置和结构

(1) 锅炉上开设的人孔、头孔、手孔、清洗孔、检查孔、观察孔的数量和位置应当满足安装、检修、运行监视和清洗的需要；

(2) 集箱手孔孔盖与孔圈采用非焊接连接时，应当避免直接与火焰接触；

(3) 微正压燃烧的锅炉，炉墙、烟道和各部位门孔应当有可靠的密封，看火孔应当装设防止火焰喷出的联锁装置；

(4) 锅炉受压元件人孔圈、头孔圈与筒体、封头(管板)的连接应当采用全焊透结构，人孔盖、头孔盖、手孔盖、清洗孔盖、检查孔盖应当采用内闭式结构；对于B级及以下锅炉，其受压元件的孔盖可以采用法兰连接结构，但是不得采用螺纹连接；炉墙上人孔门应当装设坚固的门闩，保证炉墙上监视孔的孔盖不会被烟气冲开；

(5) 锅筒内径大于或者等于800mm的水管锅炉和锅壳内径大于1000mm的锅壳锅炉，均应当在筒体或者封头(管板)上开设人孔，由于结构限制导致人员无法进入锅炉时，可以只开设头孔；对锅壳内布置有烟管的锅炉，人孔和头孔的布置应当兼顾锅壳上部和下部的检修需求；锅筒内径小于800mm的水管锅炉和锅壳内径为800mm~1000mm的锅壳锅炉，应当至少在筒体或者封头(管板)上开设一个头孔；

(6) 立式锅壳锅炉(电加热锅炉除外)下部开设的手孔数量，应当满足清理和检验的需要，其数量不少于3个。

3.23.2 门孔的尺寸(注3-2)

(1) 锅炉受压元件上，椭圆人孔应当不小于280mm×380mm，圆形人孔直径应当不小于380mm，人孔圈的密封平面宽度应当不小于19mm，人孔盖凸肩与人孔圈之间总间隙应当不超过3mm(沿圆周各点上不超过1.5mm)，并且凹槽的深度应当能够完整地容纳密封垫片；

(2) 锅炉受压元件上，椭圆头孔应当不小于220mm×320mm，颈部或者孔圈高度不应当超过100mm，头孔圈的密封平面宽度应当不小于15mm；

(3) 锅炉受压元件上，手孔短轴应当不小于80mm，颈部或者孔圈高度不应当超过65mm，手孔圈的密封平面宽度应当不小于6mm；

(4) 锅炉受压元件上，清洗孔内径应当不小于50mm，颈部高度不应当超过50mm；

(5) 炉墙上椭圆人孔一般不小于400mm×450mm，圆形人孔直径一般不小于450mm，矩形门孔一般不小于300mm×400mm。

注 3-2：如果因结构原因，颈部或者孔圈高度超过本条规定，门孔的尺寸应当适当放大。

3.24 锅炉钢结构

3.24.1 基本要求

支承式和悬吊式锅炉钢结构的设计，应当符合相关标准的要求。

3.24.2 平台、扶梯

作业人员立足地点距离地面(或者运转层)高度超过 2000mm 的锅炉，应当装设平台、扶梯和防护栏杆等设施。锅炉的平台、扶梯应当符合以下规定：

- (1)扶梯和平台的布置能够保证作业人员顺利通向需要经常操作和检查的地方；
- (2)扶梯、平台和需要操作及检查的炉顶周围设置的栏杆、扶手以及挡脚板的高度满足相关规定；
- (3)扶梯的倾斜角度一般为 $45^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，个别位置布置有困难时，倾斜角度可以适当增大；
- (4)水位表前的平台到水位表中间的铅直高度宜为 1000mm~1500mm。

3.25 直流电站锅炉特殊规定

- (1)直流电站锅炉应当设置启动系统，其容量应当与锅炉最低直流负荷相适应；
- (2)直流电站锅炉采用外置式启动(汽水)分离器启动系统的，隔离阀的工作压力应当按照最大连续负荷下的设计压力考虑，启动(汽水)分离器的强度按照锅炉最低直流负荷的设计参数设计计算；采用内置式启动(汽水)分离器启动系统时，各部件的强度应当按照锅炉最大连续负荷的设计参数计算；
- (3)直流电站锅炉启动系统的疏水排放能力应当满足锅炉各种启动方式下发生汽水膨胀时的最大疏水流量；
- (4)直流电站锅炉水冷壁管内工质的质量流速在任何运行工况下都应当大于该运行工况下的最低临界质量流速。

4 制 造

4.1 基本要求

- (1)锅炉制造单位对出厂的锅炉产品的安全节能环保性能和制造质量负责，不得制造国家明令淘汰的锅炉产品；
- (2)锅炉用材料下料或者坡口加工、受压元件加工成形后不应当产生有害缺陷，冷成形应当避免产生冷作硬化引起脆断或者开裂，热成形应当避免因成形温度过高或者过低而造成有害缺陷；

(3)用于承压部位的铸铁件不准补焊；

(4)对于电站锅炉范围内管道、减温减压装置、流量计(壳体)、工厂化预制管段等元件组合装置，应当按照锅炉部件或者压力管道元件组合装置的要求进行制造监督检验；管件应当按照锅炉部件的相关要求实施制造监督检验或者按压力管道元件的相关要求实施型式试验；钢管、阀门、补偿器等压力管道元件，应当按照压力管道元件的相关要求实施型式试验

4.2 胀接

4.2.1 胀接工艺

胀接施工单位应当根据锅炉设计图样和试胀结果制定胀接工艺规程。胀接前应当进行试胀，在试胀中，确定合理的胀管率。需要在安装现场进行胀接的锅炉出厂时，锅炉制造单位应当提供适量同牌号的胀接试件。

4.2.2 胀接管子材料

胀接管子材料宜选用低于管板(锅筒)硬度的材料。如果管端硬度大于管板(锅筒)硬度，应当进行退火处理。管端退火不应当用煤炭作燃料直接加热，管端退火长度应当不小于100mm。

4.2.3 胀管率计算方法

4.2.3.1 内径控制法

当采用内径控制法时，胀管率一般控制在1.0%~2.1%范围内。胀管率按照公式(4-1)计算。

$$H_n = \left(\frac{d_1 + 2\delta}{d} - 1 \right) \times 100\% \quad (4-1)$$

式中：

H_n ——内径控制法胀管率；

d_1 ——胀完后的管子实测内径，mm；

δ ——未胀时的管子实测壁厚，mm；

d ——未胀时的管孔实测直径，mm。

4.2.3.2 外径控制法

对于水管锅炉，当采用外径控制法时，胀管率一般控制在1.0%~1.8%范围内。胀管率可以按照公式(4-2)计算。

$$H_w = \frac{D-d}{d} \times 100\% \quad (4-2)$$

式中：

H_w ——外径控制法胀管率；

D ——胀管后紧靠锅筒外壁处管子的实测外径, mm;

d ——未胀时的管孔实测直径, mm。

4.2.3.3 管子壁厚减薄率控制法

(1)在胀管前的试胀工作中,应当对每一种规格的管子和壁厚的组合都进行扭矩设定;

(2)扭矩设定是通过试管胀进试板的管孔来实现的,试管胀接完毕后,打开试板,取出试管测量管壁减薄量,然后计算其管壁减薄率,管子壁厚减薄率一般控制在 10%~12% 范围内;扭矩设定完毕后,应当将扭矩记录下来,并且将其应用于施工;胀接管子壁厚减薄率应当按照公式(4-3)计算;

$$\text{壁厚减薄率} = \frac{\text{胀接前管壁厚} - \text{胀接后管壁厚}}{\text{胀接前管壁厚}} \times 100\% \quad (4-3)$$

(3)为保证胀管设备的正常运行,在施工中每班工作之前,操作人员都应当进行一次试胀,同时检验部门应当核实用于施工的扭矩是否与原设定的扭矩完全相同。

4.2.4 胀接质量

(1)胀接管端伸出量以 6mm~12mm 为宜,管端喇叭口的扳边应当与管子中心线成 12°~15°角,扳边起点与管板(筒体)表面应平齐为宜;

(2)对于锅壳锅炉,直接与火焰(烟温 800℃以上)接触的烟管管端应当进行 90°扳边,扳边后的管端与管板应当紧密接触,其最大间隙应当不大于 0.4mm,并且间隙大于 0.05mm 的长度应当不超过管子周长的 20%;

(3)胀接后,管端不应当有起皮、皱纹、裂纹、切口和偏斜等缺陷;在胀接过程中,应当随时检查胀口的胀接质量,及时发现和消除缺陷。

4.2.5 胀接记录

胀接施工单位应当根据实际检查和测量结果,做好胀接记录,以便于计算胀管率和核查胀管质量。

4.2.6 胀接水压试验

胀接全部完毕后,应当进行水压试验,检查胀口的严密性。

4.3 焊接

4.3.1 焊接作业人员

(1)焊工应当按照焊接工艺规程施焊,并且做好施焊记录;

(2)锅炉受压元件的焊缝附近应当打焊工代号钢印,对不能打钢印的材料应当有焊工代号的详细记录;

(3)施焊单位应当建立焊工技术档案,并且对施焊的实际工艺参数和焊缝质量以及焊工遵守工艺纪律情况进行检查评价。

4.3.2 焊接工艺评定

焊接工艺评定应当符合 NB/T 47014《承压设备焊接工艺评定》和本条的要求

4.3.2.1 焊接工艺评定范围

锅炉产品焊接前，施焊单位应当对以下焊接接头进行焊接工艺评定：

- (1) 受压元件之间对接焊接接头；
- (2) 受压元件之间或者受压元件与承载的非受压元件之间连接的要求全焊透的 T 型接头或者角接接头。

4.3.2.2 试件(试样)附加要求

(1) A 级锅炉锅筒以及集箱类部件的纵向焊缝，当板厚大于 20mm 且小于或者等于 70mm 时，应当从焊接工艺评定试件(试板)上沿焊缝纵向切取全焊缝金属拉伸试样 1 个；当板厚大于 70mm 时，应当取全焊缝金属拉伸试样 2 个；试验方法和取样位置可以按照 GB/T 2652《焊缝及熔敷金属拉伸试验方法》执行；

(2) A 级锅炉锅筒、合金钢材料集箱类部件和管道的对接焊缝，如果双面焊壁厚大于或者等于 12mm(单面焊壁厚大于或者等于 16mm)应当做焊缝金属及热影响区夏比 V 型缺口室温冲击试验；

(3) 焊接试件的材料为合金钢(碳锰钢除外)时，A 级锅炉锅筒的对接焊缝，工作压力大于或者等于 9.8MPa 或者壁温大于 450℃的集箱类部件、管道的对接焊缝，A 级锅炉锅筒、集箱类部件上管接头的角焊缝，在焊接工艺评定时应当进行金相检验。

4.3.2.3 试验结果评定附加要求

(1) 全焊缝金属拉伸试样的试验结果应当满足母材规定的抗拉强度(R_m)、下屈服强度(R_{eL})或者规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$)；

(2) 金相检验发现裂纹、疏松、过烧和超标的异常组织之一者，即为不合格

4.3.2.4 焊接工艺评定文件

(1) 施焊单位应当按照产品焊接要求和焊接工艺评定标准编制用于评定的预焊接工艺规程(pWPS)，经过焊接工艺评定试验合格、形成焊接工艺评定报告(PQR)、制订焊接工艺规程(WPS)后，方能进行焊接；

(2) 焊接工艺评定完成后，焊接工艺评定报告和焊接工艺规程应当经过制造单位焊接责任工程师审核，技术负责人批准后存入技术档案，保存至该工艺评定失效为止，焊接工艺评定试样至少保存 5 年。

4.3.3 焊接作业

4.3.3.1 基本要求

(1) 受压元件焊接作业应当在不受风、雨、雪等影响的场所进行，采用气体保护焊施焊时应当避免外界气流干扰，当环境温度低于 0℃时应当有预热措施；

(2) 焊件装配时不应当强力对正, 焊件装配和定位焊的质量符合工艺文件的要求后, 方能进行焊接

4.3.3.2 氩弧焊打底

以下部位应当采用氩弧焊打底:

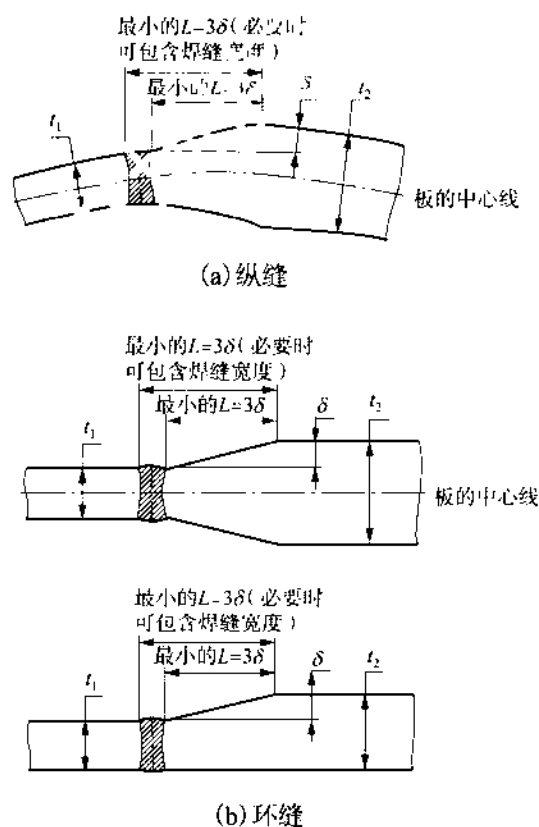
- (1) 立式锅壳锅炉下脚圈与锅壳的连接焊缝;
- (2) 有机热载体锅炉管子、管道的对接焊缝;
- (3) 油田注汽(水)锅炉管子的对接焊缝。

A 级高压以上锅炉, 锅筒和集箱、管道上管接头的组合焊缝, 受热面管子的对接焊缝、管子和管件的对接焊缝, 结构允许时应当采用氩弧焊打底。

4.3.3.3 受压元件对接

(1) 锅筒(壳)纵(环)缝两边的钢板中心线一般应当对齐, 锅筒(壳)环缝两侧的钢板不等厚时, 也允许一侧的边缘对齐;

(2) 名义壁厚不同的两元件或者钢板对接时, 两侧中任一侧的名义边缘厚度差值如果超过本规程 4.3.3.4 规定的边缘偏差值, 则厚板的边缘应当削至与薄板边缘平齐, 削出的斜面应当平滑, 并且斜率不大于 1:2。必要时, 焊缝的宽度可以计算在斜面内, 见图 4-1。



δ —名义边缘偏差; t_1 —薄板厚度; t_2 —厚板厚度; L —削薄的长度

图 4-1 不同厚度钢板(元件的对接)

4.3.3.4 焊缝边缘偏差

锅筒(壳)纵(环)向焊缝以及封头(管板)拼接焊缝或者两元件的组装焊缝的装配应当符合以下规定:

(1)纵缝或者封头(管板)拼接焊缝两边钢板的实际边缘偏差值不大于名义板厚(注4-1)的10%,并且不超过3mm;当板厚大于100mm时,不超过6mm;

(2)环缝两边钢板的实际边缘偏差值(包括板厚差在内)不大于名义板厚的15%加1mm,并且不超过6mm;当板厚大于100mm时,不超过10mm。

注4-1:不同厚度的两元件或者钢板对接并且边缘已削薄的,按照钢板厚度相同对待,名义板厚指薄板厚度;不削薄的,名义板厚指厚板厚度。

4.3.3.5 圆度和棱角度

锅筒(壳)的任意同一横截面上最大内径与最小内径之差应当不大于名义内径的1%。锅筒(壳)纵向焊缝的棱角度应当不大于4mm。

4.3.3.6 焊缝返修

(1)如果受压元件的焊接接头经过检测发现存在超标缺陷,施焊单位应当找出原因,制订可行的返修方案,才能进行返修;

(2)补焊前,缺陷应当彻底清除;补焊后,补焊区应当做外观和无损检测检查;要求焊后热处理的焊缝,补焊后应当做焊后热处理;

(3)同一位置上的返修不宜超过2次。如果超过2次,应当经过单位技术负责人批准,返修的部位、次数、返修情况应当存入锅炉产品技术档案。

4.4 热处理

4.4.1 需要进行热处理的范围

(1)碳素钢受压元件,其名义壁厚大于30mm的对接接头或者内燃锅炉的筒体、管板的名义壁厚大于20mm的T型接头,应当进行焊后热处理;

(2)合金钢受压元件焊后需要进行热处理的厚度界限按照相应标准规定执行;

(3)除焊后热处理以外,还应当考虑冷、热成形对变形区材料性能的影响以及该元件使用条件等因素进行热处理。

4.4.2 热处理设备

热处理设备应当配有自动记录热处理的时间与温度曲线的装置,测温装置应当能够准确反映工件的实际温度。

4.4.3 热处理前的工序要求

受压元件应当在焊接(包括非受压元件与其连接的焊接)工作全部结束并且经过检验合格后,方可进行焊后热处理。

4.4.4 热处理工艺

热处理前应当根据有关标准及图样要求编制热处理工艺。需要进行现场热处理的，应当提出具体现场热处理的工艺要求。

焊后热处理工艺至少符合以下要求：

(1) 异种钢接头焊后需要进行消除应力热处理时，其温度应当不超过焊接接头两侧任一钢种的下临界点 (A_{c1})；

(2) 焊后热处理宜采用整体热处理，如果采用分段热处理，则加热的各段至少有 1500mm 的重叠部分，并且伸出炉外部分有绝热措施；

(3) 局部热处理时，焊缝和焊缝两侧的加热带宽度应当各不小于焊接接头两侧母材厚度(取较大值)的 3 倍或者不小于 200mm。

4.4.5 热处理记录

焊后热处理过程中，应当详细记录热处理规范的各项参数。热处理后有关责任人员应当详细核对各项记录指标是否符合工艺要求。

4.4.6 热处理后的工序要求

本规程 4.4.1 要求进行热处理的受压元件，热处理后应当避免直接在其上面焊接元件。如果不能避免，在同时满足以下条件时，焊后可以不再进行热处理，否则应当再进行热处理：

- (1) 受压元件为碳素钢或者碳锰钢材料；
- (2) 角焊缝的计算厚度不大于 5mm；
- (3) 按照评定合格的焊接工艺施焊；
- (4) 角焊缝进行 100% 表面无损检测。

4.5 焊接检验及相关检验

锅炉受压元件及其焊接接头质量检验，包括外观检验、通球试验、化学成分分析、无损检测、力学性能检验、水压试验等。

4.5.1 受压元件焊接接头外观检验

受压元件焊接接头(包括非受压元件与受压元件焊接的接头)应当进行外观检验，并且至少满足以下要求：

- (1) 焊缝外形尺寸符合设计图样和工艺文件的规定；
- (2) 对接焊缝高度不低于母材表面，焊缝与母材平滑过渡，焊缝和热影响区表面无裂纹、夹渣、弧坑和气孔；
- (3) 锅筒(壳)、炉胆、集箱的纵(环)缝及封头(管板)的拼接焊缝无咬边，其余焊缝咬边深度不超过 0.5mm，管子焊缝两侧咬边总长度不超过管子周长的 20%，并且不超过 40mm。

4.5.2 受热面管子通球试验

对接焊接的受热面管子，应当按照相关标准进行通球试验。

4.5.3 化学成分分析

合金钢管、管件对接接头焊缝和母材应当进行化学成分光谱分析验证。

4.5.4 无损检测

4.5.4.1 无损检测基本方法

无损检测方法主要包括射线、超声、磁粉、渗透、涡流等检测方法。制造单位应当根据设计、工艺及其相关技术条件选择检测方法，并且制订相应的检测工艺。

当选用超声衍射时差法(TOFD)时，应当与脉冲回波法(PE)组合进行检测，检测结论以 TOFD 与 PE 方法的结果进行综合判定。

4.5.4.2 无损检测标准

锅炉受压元件无损检测方法应当符合 NB/T 47013《承压设备无损检测》的要求。

4.5.4.3 无损检测技术等级及焊接接头质量等级

(1)锅炉受压元件焊接接头的射线检测技术等级不低于 AB 级，焊接接头质量等级不低于Ⅱ级；

(2)锅炉受压元件焊接接头的超声检测技术等级不低于 B 级，焊接接头质量等级不低于Ⅰ级；

(3)锅炉受压元件焊接接头的衍射时差法超声检测技术等级不低于 B 级，焊接接头质量等级不低于Ⅱ级；

(4)表面检测的焊接接头质量等级不低于Ⅰ级

4.5.4.4 无损检测时机

焊接接头的无损检测应当在形状尺寸和外观质量检查合格后进行，并且遵循以下原则：

(1)有延迟裂纹倾向材料的焊接接头应当在焊接完成 24h 后进行无损检测；

(2)有再热裂纹倾向材料的焊接接头，应当在最终热处理后进行表面无损检测复验；

(3)封头(管板)、波形炉胆、下脚圈的拼接接头的无损检测应当在成型后进行；如果成型前进行无损检测，则应当于成型后在小圆弧过渡区域再次进行无损检测。

4.5.4.5 无损检测选用方法和比例

(1)蒸汽、热水锅炉受压元件焊接接头的无损检测方法及比例应当符合表 4-1 的要求；

表 4-1 蒸汽、热水锅炉无损检测方法的比例

检测部位	锅炉设备分类						
	A 级		B 级	C 级		D 级	
	汽、水			汽	水	汽	水
锅筒(壳)、启动(汽水)分离器及储水箱的纵向和环向对接接头, 封头(管板)、下脚圈的拼接接头以及集箱的纵向对接接头	100% 射线或者超声检测 (注 4-2)			20% 射线检测	10% 射线检测	10% 射线检测	—
炉胆的纵向和环向对接接头(包括波形炉胆)、回燃室的对接接头及炉胆顶的拼接接头	—		20% 射线检测		10% 射线检测	—	
锅壳锅炉, 其管板与锅壳的 T 型接头, 贯流式锅炉集箱筒体 T 型接头	—		100% 超声检测		10% 超声检测	—	
内燃锅壳锅炉, 其管板与炉胆、回燃室的 T 型接头	—		50% 超声检测		10% 超声检测	—	
集中下降管角接接头	100% 超声检测		—				
外径大于 159mm 或者壁厚大于或者等于 20mm 的集箱、管道和其他管件的环向对接接头	100% 射线或者超声检测 (注 4-2)			—			
其他集箱、管道、管子环向对接接头(受热面管子接触焊除外)	(1) $p \geq 9.8\text{MPa}$, 100% 射线或者超声检测(安装工地: 接头数的 50%); (2) $p < 9.8\text{MPa}$, 50% 射线或者超声检测(安装工地, 接头数的 25%)		10% 射线检测(热水锅炉管道除外) (注 4-3)				

表 4-1 (续)

检测部位	锅炉设备分类					
	A 级	B 级	C 级		D 级	
	汽、水		汽	水	汽	水
锅筒、集箱上管接头的角接头	外径大于 108mm 的全焊透结构的角接接头，100% 超声检测；其他管接头的角接接头应当按照不少于接头数的 20% 进行表面无损检测	—				

注 4-2：壁厚小于 20mm 的焊接接头应当采用射线检测方法，壁厚大于或者等于 20mm 时，可以采用超声检测方法。超声检测宜采用可记录的超声检测仪，必要时应当附加 20% 局部射线检测。

注 4-3：水温低于 100℃ 的省煤器受热面管可以不进行无损检测。

注 4-4：水温低于 100℃ 的给水管道可以不进行无损检测。

(2) 有机热载体锅炉承压本体及承压部件无损检测比例及方法应当符合表 4-2 的要求；

表 4-2 有机热载体锅炉无损检测方法的比例

接头部位	无损检测方法的比例	
	气相	液相
锅筒、闪蒸罐的纵(环)缝和封头的拼接对接接头	100% 射线检测	50% 射线检测
锅壳锅炉，其管板、炉胆、回燃室与锅壳的 T 型接头	100% 超声检测	50% 超声检测
承压集箱、冷凝液罐、膨胀罐和储罐的对接接头	20% 射线检测	
外径大于或者等于 159mm 管子、管道的对接接头	接头数的 20% 射线检测	
外径小于 159mm 管子、管道的对接接头	接头数的 10% 射线检测	

(3) 蒸汽锅炉、B 级以上(含 B 级)热水锅炉和承压有机热载体锅炉的管子或者管道与无直段弯头的焊接接头，应当进行 100% 射线或者超声检测。

4.5.4.6 局部无损检测

锅炉受压元件局部无损检测部位由制造单位确定，但是应当包括纵缝与环缝的相交对接接头部位。

经局部无损检测的焊接接头，如果在检测部位任意一端发现缺陷有延伸可能

时，应当在缺陷的延长方向进行补充检测。当发现超标缺陷时，应当在该缺陷两端的延伸部位各进行不少于 200mm 的补充检测，如仍然不合格，则应当对该条焊接接头进行全部检测。对不合格的管子对接接头，应当对该焊工当日焊接的管子对接接头进行抽查数量双倍数目的补充检测，如果仍然不合格，应当对该焊工当日全部接管焊接接头进行检测。

进行局部无损检测的锅炉受压元件，制造单位也应当对未检测部分的质量负责

4.5.4.7 组合无损检测方法合格判定

锅炉受压元件如果采用多种无损检测方法进行检测，则应当按照各自验收标准进行评定，均合格后，方可认为无损检测合格

4.5.4.8 无损检测报告的管理

制造单位应当妥善保管无损检测的工艺卡、原始记录、报告、检测部位图、射线底片、光盘或者电子文档等资料(含缺陷返修记录)，其保存期限不少于 7 年。

4.5.5 力学性能检验

4.5.5.1 焊制产品焊接试件的基本要求

为检验产品焊接接头的力学性能，应当焊制产品焊接试件。焊接质量稳定的制造单位，经过技术负责人批准，可以免做焊接试件。但是属于下列情况之一的，应当制作纵缝焊接试件：

- (1)制造单位按照新焊接工艺规程制造的前 5 台锅炉；
- (2)用合金钢(碳锰钢除外)制造并且工艺要求进行热处理的锅筒或者集箱类部件；
- (3)设计要求制作焊接试件。

4.5.5.2 焊接试件制作

(1)每个锅筒(壳)、集箱类部件纵缝应当制作一块焊接试件，纵缝焊接试件应当作为产品纵缝的延伸部分焊接；

(2)产品焊接试件应当由焊接该产品的焊工焊接，试件材料、焊接材料和工艺条件等应当与所代表的产品相同，试件焊成后应当打上焊工和检验员代号钢印；

(3)需要热处理的，试件应当与所代表的产品同炉热处理；

(4)焊接试件的数量、尺寸应当满足检验和复验所需要试样的制备。

4.5.5.3 试样制取和性能检验

(1)焊接试件经过外观和无损检测检查后，在合格部位制取试样；

(2)焊接试件上制取试样的力学性能检验类别、试样数量、取样和加工要求、试验方法、合格指标及复验应当符合 NB/T 47016《承压设备产品焊接试件的力学性能检验》，同时锅筒、集箱类部件纵缝还应当按照本规程 4.3.2.2、4.3.2.3 的有关规定进行全焊缝拉伸试验和冲击试验。

4.5.6 水压试验

4.5.6.1 基本要求

- (1) 锅炉受压元件应当在无损检测和热处理后进行水压试验；
- (2) 水压试验场地应当有可靠的安全防护设施；
- (3) 水压试验应当在环境温度高于或者等于 5℃ 时进行，低于 5℃ 时应当有防冻措施；

(4) 水压试验所用的水应当是洁净水，水温应当保持高于周围露点温度以防止表面结露，但也不宜温度过高以防止引起汽化和过大的温差应力；

(5) 合金钢受压元件的水压试验水温应当高于所用钢种的脆性转变温度，一般为 20℃～70℃；

(6) 奥氏体受压元件水压试验时，应当控制水中的氯离子含量不超过 25mg/L，如不能满足要求，水压试验后应当立即将水渍去除干净。

4.5.6.2 水压试验压力和保压时间

水压试验时，受压元件的薄膜应力不得超过允许材料在试验温度下屈服点的 90%。水压试验压力及保压时间应当符合本条要求。

4.5.6.2.1 整体水压试验

整体水压试验保压时间为 20min，试验压力按照表 4-3 的规定执行。

表 4-3 水压试验压力

名称	锅筒(壳)工作压力(MPa)	试验压力(MPa)
锅炉本体	< 0.8	1.5 倍锅筒(壳)工作压力， 但不小于 0.2
锅炉本体	0.8～1.6	锅筒(壳)工作压力加 0.4
锅炉本体	> 1.6	1.25 倍锅筒(壳)工作压力
直流锅炉本体	任何压力	介质出口工作压力的 1.25 倍，并且不 小于省煤器进口工作压力的 1.1 倍
再热器	任何压力	1.5 倍再热器的工作压力
铸铁省煤器	任何压力	1.5 倍省煤器的工作压力

注 4-5：表 4-3 中的锅炉本体的水压试验，不包括本表中的再热器和铸铁省煤器。

4.5.6.2.2 零部件水压试验

(1) 以部件型式出厂的锅筒、启动(汽水)分离器及储水箱，为其工作压力的 1.25 倍，并且不低于其所对应的锅炉本体水压试验压力，保压时间至少为 20min；

(2) 散件出厂锅炉的集箱类部件，为其工作压力的 1.5 倍，保压时间至少为 5min；

(3) 对接焊接的受热面管子及其他受压管件, 为其工作压力的 1.5 倍, 保压时间至少为 10s~20s;

(4) 受热面管与集箱焊接的部件为其工作压力的 1.5 倍, 保压时间至少为 5min。

注 4-6: 敞口集箱(含带有三通的集箱)、无成排受热面管接头以及内孔焊封底的成排管接头的集箱、启动(汽水)分离器及储水箱、管道、减温器、分配集箱等部件, 其所有焊缝经过 100% 无损检测合格, 以及对接焊接的受热面管及其他受压管件经过氩弧焊打底并且 100% 无损检测合格, 能够确保焊接质量, 在制造单位内可以不单独进行水压试验。

4.5.6.3 水压试验过程控制

进行水压试验时, 水压应当缓慢地升降。当水压上升到工作压力时, 应当暂停升压, 检查有无漏水或者异常现象, 然后再升压到试验压力, 达到保压时间后, 降到工作压力进行检查。检查期间压力应当保持不变。

4.5.6.4 水压试验合格要求

- (1) 在受压元件金属壁和焊缝上没有水珠和水雾;
- (2) 当降到工作压力后胀口处不滴水珠;
- (3) 铸铁锅炉、铸铝锅炉锅片的密封处在降到额定工作压力后不滴水珠;
- (4) 水压试验后, 没有发现明显残余变形。

4.6 出厂资料、金属铭牌和标记

4.6.1 出厂资料

产品出厂时, 锅炉制造单位应当提供与安全有关的技术资料。资料至少包括以下内容:

- (1) 锅炉图样(包括总图、安装图和主要受压元件图);
- (2) 受压元件的强度计算书或者计算结果汇总表;
- (3) 安全阀排放量的计算书或者计算结果汇总表;
- (4) 热力计算书或者热力计算结果汇总表;
- (5) 烟风阻力计算书或者计算结果汇总表;
- (6) 锅炉质量证明书, 包括产品合格证(含锅炉产品数据表, 见附件 B 及附表 b)、金属材料质量证明、焊接质量证明和水(耐)压试验证明等;
- (7) 锅炉安装说明书和使用说明书;
- (8) 受压元件与设计文件不符的变更资料;
- (9) 热水锅炉的水流程图及水动力计算书或者计算结果汇总表(自然循环的锅壳式锅炉除外);
- (10) 有机热载体锅炉的介质流程图和液膜温度计算书或者计算结果汇总表。

产品合格证上应当有检验责任工程师、质量保证工程师签章和产品质量检验专用章(或单位公章)。

4.6.2 A级锅炉出厂资料

对于A级锅炉,除满足本规程4.6.1有关要求外,还应当提供以下技术资料:

- (1)过热器、再热器壁温计算书或者计算结果汇总表;
- (2)热膨胀系统图;
- (3)高压以上锅炉水循环(含汽水阻力)计算书或者计算结果汇总表;
- (4)高压以上锅炉汽水系统图;
- (5)高压以上锅炉各项安全保护装置整定值。

电站锅炉机组整套启动验收前,锅炉制造单位应当提供完整的锅炉出厂技术资料。

4.6.3 产品铭牌

锅炉产品应当在明显的位置装设金属铭牌,铭牌上至少载明以下项目:

- (1)制造单位名称;
- (2)锅炉型号;
- (3)设备代码(见附件C);
- (4)产品编号;
- (5)额定蒸发量(t/h)或者额定热功率(MW);
- (6)额定工作压力(MPa);
- (7)额定蒸汽温度(°C)或者额定出口、进口水(油)温度(°C);
- (8)再热蒸汽进口、出口温度(°C)及进口、出口压力(MPa);
- (9)锅炉制造许可证级别和编号;
- (10)制造日期(年、月)。

铭牌上应当留有打刻制造监督检验标志的位置。

4.6.4 受压元件出厂标记

散件出厂的锅炉,应当在主要受压元件的封头、端盖或者筒体适当位置上标注产品标记。

5 安全附件和仪表

5.1 安全阀

5.1.1 基本要求

安全阀的产品型式试验等要求应当符合《安全阀安全技术监察规程》的规定。

5.1.2 设置

5.1.2.1 一般要求

每台锅炉至少应当装设两个安全阀(包括锅筒和过热器安全阀)。符合下列规定

之一的，可以只装设一个安全阀：

- (1) 额定蒸发量小于或者等于 0.5t/h 的蒸汽锅炉；
- (2) 额定蒸发量小于 4t/h 并且装设有可靠的超压联锁保护装置的蒸汽锅炉；
- (3) 额定热功率小于或者等于 2.8MW 的热水锅炉。

5.1.2.2 其他要求

除满足本规程 5.1.2.1 的要求外，以下位置也应当装设安全阀：

- (1) 再热器出口处，以及直流锅炉的外置式启动(汽水)分离器；
- (2) 直流蒸汽锅炉过热蒸汽系统中两级间的连接管道截止阀前；
- (3) 多压力等级余热锅炉，每一压力等级的锅筒和过热器

5.1.3 安全阀选用

(1) 蒸汽锅炉的安全阀应当采用全启式弹簧安全阀、杠杆式安全阀或者控制式安全阀(脉冲式、气动式、液动式和电磁式等)，选用的安全阀应当符合《安全阀安全技术监察规程》及相关技术标准的规定；

(2) 额定工作压力为 0.1MPa 的蒸汽锅炉，可以采用带重锤式安全阀或者水封式安全装置，热水锅炉上装设有水封安全装置的，可以不装设安全阀；水封式安全装置的水封管内径应当根据锅炉的额定蒸发量(额定热功率)和额定工作压力确定，并且不小于 25mm；水封管应当有防冻措施，并且不得装设阀门。

5.1.4 蒸汽锅炉安全阀的总排放量

蒸汽锅炉锅筒(壳)上的安全阀和过热器上的安全阀的总排放量，应当大于额定蒸发量，对于电站锅炉应当大于锅炉最大连续蒸发量，并且在锅筒(壳)和过热器上所有的安全阀开启后，锅筒(壳)内的蒸汽压力不应当超过设计时计算压力的 1.1 倍。再热器安全阀的排放总量应当大于锅炉再热器最大设计蒸汽流量。

5.1.5 锅筒以外安全阀的排放量

过热器和再热器出口处安全阀的排放量应当保证过热器和再热器有足够的冷却。直流蒸汽锅炉外置式启动(汽水)分离器的安全阀排放量应当大于直流蒸汽锅炉启动时的产汽量。

5.1.6 蒸汽锅炉安全阀排放量的确定

蒸汽锅炉安全阀流道直径应当大于或者等于 20mm。排放量应当按照下列方法之一进行计算：

- (1) 按照安全阀制造单位提供的额定排放量；
- (2) 按照公式 (5-1) 进行计算；

$$E = 0.235 A (10.2 p + 1) K \quad (5-1)$$

式中：

E ——安全阀的理论排放量, kg/h;

p ——安全阀进口处的蒸汽压力(表压), MPa;

A ——安全阀的流道面积, 可用 $\frac{\pi d^2}{4}$ 计算, mm^2 ;

d ——安全阀的流道直径, mm;

K ——安全阀进口处蒸汽比容修正系数, 按照公式(5-2)计算:

$$K = K_p \cdot K_g \quad (5-2)$$

式中:

K_p ——压力修正系数;

K_g ——过热修正系数;

K 、 K_p 、 K_g 按照表 5-1 选用和计算。

表 5-1 安全阀进口处各修正系数

$p(\text{MPa})$		K_p	K_g	$K = K_p \cdot K_g$
$p \leq 12$	饱和	1	1	1
	过热	1	$\sqrt{\frac{V_b}{V_g}}$	$\sqrt{\frac{V_b}{V_g}}$
$p > 12$	饱和	$\sqrt{\frac{2.1}{(10.2p+1)V_b}}$	1	$\sqrt{\frac{2.1}{(10.2p+1)V_b}}$
	过热		$\sqrt{\frac{V_b}{V_g}}$	$\sqrt{\frac{2.1}{(10.2p+1)V_g}}$

注 5-1: $\sqrt{\frac{V_b}{V_g}}$ 也可以用 $\sqrt{\frac{1000}{(1000+2.7T_g)}}$ 代替;

式中:

V_g ——过热蒸汽比容, m^3/kg ;

V_b ——饱和蒸汽比容, m^3/kg ;

T_g ——过热度, $^{\circ}\text{C}$

(3)按照 GB/T 12241《安全阀 一般要求》或者 NB/T 47063《电站安全阀》中的公式进行计算。

5.1.7 热水锅炉安全阀的泄放能力

热水锅炉安全阀的泄放能力应当满足所有安全阀开启后锅炉内的压力不超过设

计压力的 1.1 倍。安全阀流道直径按照以下原则选取：

(1) 额定出口水温小于 100℃ 的锅炉，可以按照表 5-2 选取；

表 5-2 小于 100℃ 的锅炉安全阀流道直径选取表

锅炉额定热功率(MW)	$Q \leq 1.4$	$1.4 < Q \leq 7.0$	$Q > 7.0$
安全阀流道直径(mm)	≥ 20	≥ 32	≥ 50

(2) 额定出口水温大于或者等于 100℃ 的锅炉，其安全阀的数量和流道直径应当按照公式 (5-3) 计算：

$$ndh = \frac{35.3Q}{C(p+0.1)(i-i_j)} \times 10^6 \quad (5-3)$$

式中：

n ——安全阀数量，个；

d ——安全阀流道直径，mm；

h ——安全阀阀芯开启高度，mm；

Q ——锅炉额定热功率，MW；

C ——排放系数，按照安全阀制造单位提供的数据，或者按照以下数值选取：

当 $h \leq \frac{d}{20}$ 时， $C=135$ ；当 $h \geq \frac{d}{4}$ 时， $C=70$ ；

p ——安全阀的开启压力，MPa；

i ——锅炉额定出水压力下饱和蒸汽焓，kJ/kg；

i_j ——锅炉进水的焓，kJ/kg。

5.1.8 安全阀整定压力

安全阀整定压力确定原则如下：

(1) 蒸汽锅炉安全阀整定压力按照表 5-3 的规定进行调整和校验，锅炉上有一个安全阀按照表中较低的整定压力进行调整；对有过热器的锅炉，过热器上的安全阀按照较低的整定压力调整，以保证过热器上的安全阀先开启；

表 5-3 蒸汽锅炉安全阀整定压力

额定工作压力(MPa)	安全阀整定压力	
	最低值	最高值
$p \leq 0.8$	工作压力加 0.03MPa	工作压力加 0.05MPa
$0.8 < p \leq 5.3$	1.04 倍工作压力	1.06 倍工作压力
$p > 5.3$	1.05 倍工作压力	1.08 倍工作压力

注 5-2：表中的工作压力，是指安全阀装设地点的工作压力，对于控制式安全阀是指控制源接出地点的工作压力。

(2)再热器安全阀最高整定压力应当不高于其计算压力；

(3)直流蒸汽锅炉各部位安全阀最高整定压力，由锅炉制造单位在设计计算的安全裕量范围内确定；

(4)热水锅炉上的安全阀按照表 5-4 规定的压力进行整定或者校验。

表 5-4 热水锅炉安全阀的整定压力

最低值	最高值
1.10 倍工作压力但是不小于工作压力加 0.07MPa	1.12 倍工作压力但是不小于工作压力加 0.10MPa

5.1.9 安全阀启闭压差

一般为整定压力的 4%~7%，最大不超过 10%。当整定压力小于 0.3MPa 时，最大启闭压差为 0.03MPa。

5.1.10 安全阀安装

(1)安全阀应当铅直安装，并且安装在锅筒(壳)、集箱的最高位置，在安全阀和锅筒(壳)之间或者安全阀和集箱之间，不应当装设阀门和取用介质的管路；

(2)几个安全阀如果共同装在一个与锅筒(壳)直接相连的短管上，短管的流通截面积应当不小于所有安全阀的流通截面积之和；

(3)采用螺纹连接的弹簧安全阀时，应当符合 GB/T 12241《安全阀 一般要求》的要求；安全阀应当与带有螺纹的短管相连接，而短管与锅筒(壳)或者集箱筒体的连接应当采用焊接结构。

5.1.11 安全阀上的装置

5.1.11.1 基本要求

(1)静重式安全阀应当有防止重片飞脱的装置；

(2)弹簧式安全阀应当有提升手把和防止随便拧动调整螺钉的装置；

(3)杠杆式安全阀应当有防止重锤自行移动的装置和限制杠杆越出的导架

5.1.11.2 控制式安全阀

控制式安全阀应当有可靠的动力源和电源，并且符合以下要求：

(1)脉冲式安全阀的冲量接入导管上的阀门保持全开并且加铅封；

(2)用压缩空气控制的安全阀有可靠的气源和电源；

(3)液压控制式安全阀有可靠的液压传送系统和电源；

(4)电磁控制式安全阀有可靠的电源

5.1.12 蒸汽锅炉安全阀排汽管

(1)排汽管应当直通安全地点，并且有足够的流通截面积，保证排汽畅通，同时排汽管应当固定，不应当有任何来自排汽管的外力施加到安全阀上；

(2)安全阀排汽管底部应当装有接到安全地点的疏水管，在疏水管上不应当装设阀门；

(3)两个独立的安全阀的排汽管不应当相连；

(4)安全阀排汽管上如果装有消音器，其结构应当有足够的流通截面积和可靠的疏水装置；

(5)露天布置的排汽管如果加装防护罩，防护罩的安装不应当妨碍安全阀的正常动作和维修。

5.1.13 热水锅炉安全阀排水管

热水锅炉的安全阀应当装设排水管，排水管应当直通安全地点，并且有足够的排放流通面积，保证排放畅通。在排水管上不应当装设阀门，并且应当有防冻措施。

5.1.14 安全阀校验

(1)在用锅炉的安全阀每年至少校验1次。校验一般在锅炉运行状态下进行；

(2)如果现场校验有困难或者对安全阀进行修理后，可以在安全阀校验台上进行，校验后的安全阀在搬运或者安装过程中，不能摔、砸、碰撞；

(3)新安装的锅炉或者安全阀检修、更换后，应当校验其整定压力和密封性；

(4)安全阀经过校验后，应当加锁或者铅封；

(5)控制式安全阀应当分别进行控制回路可靠性试验和开启性能检验；

(6)安全阀整定压力、密封性等检验结果应当记入锅炉安全技术档案。

5.1.15 锅炉运行中安全阀使用

(1)锅炉运行中安全阀应当定期进行排放试验，电站锅炉安全阀每年进行一次，对控制式安全阀，使用单位应当定期对控制系统进行试验；

(2)锅炉运行中安全阀不允许解列，不允许提高安全阀的整定压力或者使安全阀失效。

5.2 压力测量装置

5.2.1 设置

锅炉的以下部位应当装设压力表：

(1)蒸汽锅炉锅筒(壳)的蒸汽空间；

(2)给水调节阀前；

(3)省煤器出口；

- (4) 过热器出口和主汽阀之间；
- (5) 再热器出口、进口；
- (6) 直流蒸汽锅炉的启动(汽水)分离器或其出口管道上；
- (7) 直流蒸汽锅炉省煤器进口、储水箱和循环泵出口；
- (8) 直流蒸汽锅炉蒸发受热面出口截止阀前(如果装有截止阀)；
- (9) 热水锅炉的锅筒(壳)上；
- (10) 热水锅炉的进水阀出口和出水阀进口；
- (11) 热水锅炉循环水泵的出口、进口；
- (12) 燃油锅炉、燃煤锅炉的点火油系统的油泵进口(回油)及出口；
- (13) 燃气锅炉、燃煤锅炉的点火气系统的气源进口及燃气阀组稳压阀(调压阀)后。

5.2.2 压力表选用

- (1) 压力表应当符合相关技术标准的要求；
- (2) A 级锅炉压力表精确度应当不低于 1.6 级，其他锅炉压力表精确度应当不低于 2.5 级；
- (3) 压力表的量程应当根据工作压力选用，一般为工作压力的 1.5 倍~3.0 倍，最好选用 2 倍；
- (4) 压力表表盘大小应当保证锅炉作业人员能够清楚地看到压力指示值。

5.2.3 压力表校验

压力表应当定期进行校验，刻度盘上应当划出指示工作压力的红线，并且注明下次校验日期。压力表校验后应当加铅封。

5.2.4 压力表安装

压力表安装应当符合以下要求：

- (1) 装设在便于观察和吹洗的位置，并且防止受到高温、冰冻和震动的影响；
- (2) 锅炉蒸汽空间设置的压力表应当有存水弯管或者其他冷却蒸汽的措施，热水锅炉用的压力表也应当有缓冲弯管，弯管内径不小于 10mm；
- (3) 压力表与弯管之间装设三通阀门，以便吹洗管路、卸换、校验压力表。

5.2.5 压力表停止使用情况

压力表有下列情况之一时，应当停止使用：

- (1) 有限止钉的压力表在无压力时，指针转动后不能回到限止钉处；没有有限止钉的压力表在无压力时，指针离零位的数值超过压力表规定的允许误差；
- (2) 表面玻璃破碎或者表盘刻度模糊不清；
- (3) 封印损坏或者超过校验期；
- (4) 表内泄漏或者指针跳动；

(5)其他影响压力表准确指示的缺陷。

5.3 水位测量与示控装置

5.3.1 设置

5.3.1.1 基本要求

每台蒸汽锅炉锅筒(壳)应当装设至少 2 个彼此独立的直读式水位表,符合下列条件之一的锅炉可以只装设 1 个直读式水位表:

- (1)额定蒸发量小于或者等于 0.5t/h 的锅炉;
- (2)额定蒸发量小于或者等于 2t/h,并且装有一套可靠的水位示控装置的锅炉;
- (3)装设两套各自独立的远程水位测量装置的锅炉;
- (4)电加热锅炉;
- (5)有可靠壁温联锁保护装置的贯流式工业锅炉。

5.3.1.2 特殊要求

(1)多压力等级余热锅炉每个压力等级的锅筒应当装设两个彼此独立的直读式水位表;

(2)直流蒸汽锅炉启动系统中储水箱和启动(循环)分离器应当装设远程水位测量装置。

5.3.2 水位表的结构、装置

(1)水位表应当有指示最高、最低安全水位和正常水位的明显标志,水位表的下部可见边缘应当比最高火界至少高 50mm,并且比最低安全水位至少低 25mm,水位表的上部可见边缘应当比最高安全水位至少高 25mm;

(2)玻璃管式水位表应当有防护装置,并且不妨碍观察真实水位,玻璃管的内径应当不小于 8mm;

(3)锅炉运行中应吹洗和更换玻璃板(管)、云母片;

(4)用 2 个以上(含 2 个)玻璃板或者云母片组成的一组水位表,能够连续指示水位;

(5)水位表或者水表柱和锅筒(壳)之间阀门的流道直径应当不小于 8mm,汽水连接管内径应当不小于 18mm,连接管长度大于 500mm 或者有弯曲时,内径应当适当放大,以保证水位表灵敏准确;

(6)连接管应当尽可能短,如果连接管不是水平布置时,汽连管中的凝结水能够流向水位表,水连管中的水能够自行流向锅筒(壳);

(7)水位表应当有放水阀门和接到安全地点的放水管;

(8)水位表或者水表柱和锅筒(壳)之间的汽水连接管上应当装设阀门,锅炉运行时,阀门应当处于全开位置;对于额定蒸发量小于 0.5t/h 的锅炉,水位表与锅筒(壳)

之间的汽水连管上可以不装设阀门。

5.3.3 安装

(1) 水位表应当安装在便于观察的地方，水位表距离操作地面高于 6000mm 时，应当加装远程水位测量装置或者水位视频监视系统；

(2) 用远程水位测量装置监视锅炉水位时，信号应当各自独立取出；在锅炉控制室内至少有两个可靠的远程水位测量装置，同时运行中应当保证有一个直读式水位表正常工作；

(3) 亚临界锅炉水位表安装调试时，应当对由于水位表与锅筒内液体密度差引起的测量误差进行修正。

5.4 温度测量装置

5.4.1 设置

在锅炉相应部位应当装设温度测点，测量以下温度：

- (1) 蒸汽锅炉的给水温度(常温给水除外)；
 - (2) 铸铁省煤器和电站锅炉省煤器出口水温；
 - (3) 热水锅炉进口、出口水温；
 - (4) 再热器进口、出口汽温；
 - (5) 过热器出口和多级过热器的每级出口的汽温；
 - (6) 减温器前、后汽温；
 - (7) 空气预热器进口、出口空气温度；
 - (8) 空气预热器进口烟温；
 - (9) 排烟温度；
 - (10) 有再热器的锅炉炉膛的出口烟温；
 - (11) A 级高压以上的蒸汽锅炉的锅筒上、下壁温(控制循环锅炉除外)，过热器、再热器的蛇形管的金属壁温；
 - (12) 直流蒸汽锅炉上下炉膛水冷壁出口金属壁温，启动系统储水箱壁温。
- 在蒸汽锅炉过热器出口、再热器出口和额定热功率大于或者等于 7MW 的热水锅炉出口，应当装设可记录式温度测量仪表。

5.4.2 温度测量仪表量程

表盘式温度测量仪表的温度测量量程应当根据工作温度选用，一般为工作温度的 1.5 倍~2 倍。

5.5 排污和放水装置

排污和放水装置的装设应当符合以下要求：

- (1) 蒸汽锅炉锅筒(壳)、立式锅炉的下脚圈和水循环系统的最低处都需要装设排

污阀；B 级及以下锅炉采用快开式排污阀门；排污阀的公称通径为 20mm～65mm；卧式锅壳锅炉锅壳上的排污阀的公称通径不小于 40mm；

(2) 额定蒸发量大于 1t/h 的蒸汽锅炉和 B 级热水锅炉（工业用直流和贯流式锅炉除外），排污管上装设 2 个串联的阀门，其中至少有 1 个是排污阀，并且安装在靠近排污管线出口一侧；

(3) 过热器系统、再热器系统、省煤器系统的最低集箱（或者管道）处装设放水阀；

(4) 有过热器的蒸汽锅炉锅筒装设连续排污装置；

(5) 每台锅炉装设独立的排污管，排污管尽量减少弯头，保证排污畅通并且接到安全地点或者排污膨胀箱（扩容器）；

(6) 多台锅炉合用 1 根排放总管时，需要避免 2 台以上的锅炉同时排污；

(7) 锅炉的排污阀、排污管不宜采用螺纹连接

5.6 安全保护装置

5.6.1 基本要求

(1) 蒸汽锅炉应当装设高、低水位报警和汽水联运保护装置，保护装置最迟应当在最低安全水位时动作，无锅筒（壳）并且有可靠壁温联锁保护装置的工业锅炉除外；

(2) 额定蒸发量大于或者等于 1t/h 的锅炉，应当装设蒸汽超压报警和联锁保护装置，超压联锁保护装置动作整定值应当低于安全阀较低整定压力值；

(3) 锅炉的过热器和再热器，应当根据机组运行方式、自控条件和过热器、再热器设计结构，采取相应的保护措施，防止金属壁超温；再热蒸汽系统应当设置事故喷水装置，并且能自动投入使用；

(4) 安置在多层或者高层建筑物内的锅炉，蒸汽锅炉应当配备超压联锁保护装置，热水锅炉应当配备超温联锁保护装置。

5.6.2 控制循环蒸汽锅炉

控制循环蒸汽锅炉应当装设以下保护和联锁装置：

(1) 锅水循环泵进出口差压保护；

(2) 循环泵电动机内部水温超温保护；

(3) 锅水循环泵出口阀与泵的联锁装置。

5.6.3 A 级直流锅炉

A 级直流锅炉应当装设以下保护装置：

(1) 在任何情况下，当给水流量低于启动流量时的报警装置；

(2) 锅炉进入纯直流状态运行后，工质流程中间点温度超过规定值时的报警

装置；

- (3) 给水的断水时间超过规定时间时，自动切断锅炉燃料供应的装置；
- (4) 亚临界及以上直流锅炉上下炉膛水冷壁金属温度超过规定值的报警装置；
- (5) 设置有启动循环的直流锅炉，循环泵电动机内部水温超温的保护装置。

5.6.4 循环流化床锅炉

循环流化床锅炉应当装设风量与燃料联锁保护装置，当流化风量低于最小流化风量时，能够切断燃料供给。

5.6.5 室燃锅炉

室燃锅炉应当装设具有以下功能的联锁装置：

- (1) 全部引风机跳闸时，自动切断全部送风和燃料供应；
- (2) 全部送风机跳闸时，自动切断全部燃料供应；
- (3) 直吹式制粉系统一次风机全部跳闸时，自动切断全部燃料供应；
- (4) 燃油及其雾化工质的压力、燃气压力低于规定值时，自动切断燃油或者燃气供应。

A 级高压以上锅炉，除符合(1)～(4)要求外，还应当有炉膛高低压力联锁保护装置。

5.6.6 点火程序控制与熄火保护

室燃锅炉应当装设点火程序控制装置和熄火保护装置，并且符合以下要求：

(1) 在点火程序控制中，点火前的总通风量应当不小于 3 倍的从炉膛到烟囱进口烟道总容积；0.5t/h(350kW) 以下的液体燃料锅炉通风时间至少持续 10s，锅壳锅炉、贯流锅炉和非发电用直流锅炉的通风时间至少持续 20s，水管锅炉的通风时间至少持续 60s，电站锅炉的通风时间一般应当持续 3min 以上；由于结构原因不易做到充分吹扫时，应当适当延长通风时间；

(2) 单位时间通风量一般保持额定负荷下的燃烧空气量，对额定功率较大的燃烧器，可以适当降低但不能低于额定负荷下燃烧空气量的 50%；电站锅炉一般保持额定负荷下 25%～40% 的燃烧空气量；

(3) 熄火保护装置动作时，应当保证自动切断燃料供给，并进行充分后吹扫。

5.6.7 其他要求

(1) 由于事故引起主燃料系统跳闸，熄火后未能及时进行炉膛吹扫的应当尽快实施补充吹扫，不应当向已经熄火停炉的锅炉炉膛内供应燃料；

(2) 锅炉运行中联锁保护装置不应当随意退出运行，联锁保护装置的备用电源或者气源应当可靠，不应当随意退出备用，并且定期进行备用电源或者气源自投试验。

5.7 电加热锅炉的其他要求

按照压力容器相应标准设计制造的电加热锅炉的安全附件应当符合本规程的设置规定及其要求。

电加热锅炉的电器元件应当有足够的耐压强度。

6 燃烧设备、辅助设备及系统

6.1 基本要求

锅炉的燃烧设备、辅助设备及系统的配置应当和锅炉的型号规格相匹配，满足锅炉安全可靠、经济运行、方便检修的要求，并且具有良好的环保特性。新建锅炉大气污染物初始排放浓度不能满足环境保护标准和要求的，应当配套环保设施。

6.2 燃烧设备及系统

(1) 锅炉的燃烧系统应当根据锅炉设计燃料选择适当的锅炉燃烧方式、炉膛型式、燃烧设备和燃料制备系统；

(2) 应当在燃料母管上靠近燃烧器部位安装一个手动快速切断阀；

(3) 燃气锅炉炉前燃气主管路上，应当设置放散阀，其排空管出口必须直接通向室外；

(4) 醇基燃料燃烧器的管道上应当安装排空阀，确保管路运行过程中无空气；

(5) 煤粉锅炉应当采用性能可靠、节能高效的点火装置，点火装置应当具有与煤种相适应的点火能量；点火装置应当设有火焰监测装置，能够验证火焰是否存在，并且点火火焰不能影响主火焰的检测；

(6) 具有多个燃烧器的锅炉，炉膛火焰监测装置的设置，应当能够准确监控炉膛燃烧状况；

(7) 循环流化床锅炉的炉前进料口处应当有严格密封措施，循环流化床锅炉启动时宜选用适当的床料；

(8) 以生物质为燃料的锅炉，应当防止排渣口处灰渣堆积和受热面高温腐蚀；燃料仓与燃烧室之间的给料装置应当与锅炉风机联锁；额定蒸发量大于 4t/h 或者额定热功率大于 2.8MW 的锅炉应当设置炉膛负压报警装置，燃烧室上部应当设置具有联锁功能的放散装置。

6.3 制粉系统

(1) 煤粉管道中风粉混合物的实际流速，在锅炉任何负荷下均不低于煤粉在管道中沉积的最小流速；必要时在燃烧器区域和磨煤机出口处增加温度测点，加强监

控，避免因风速和煤种变化造成煤粉管道内的着火；

(2) 制粉系统同一台磨煤机出口各煤粉管道间应当具有良好的风粉分配特性，各燃烧器(或者送粉管)之间的燃料量偏差不宜过大；

(3) 发电煤粉锅炉制粉系统应当执行相关标准中防止制粉系统爆炸的有关规定，工业煤粉锅炉制粉系统参照发电锅炉相关要求执行；

(4) 锅炉煤粉管道的弯头处应当采取合适的防磨措施

6.4 汽水管道装置

(1) 锅炉的给水系统应当保证对锅炉可靠供水，给水系统的布置、给水设备的容量和台数按照设计规范确定。配备壁温联锁保护装置的贯流式和非发电直流锅炉可以不设置备用给水系统；

(2) 额定蒸发量大于 4t/h 的蒸汽锅炉应当装设自动给水调节装置，并且在锅炉作业人员便于操作的地点装设手动控制给水的装置；

(3) 工作压力不同的锅炉应当分别有独立的蒸汽管道和给水管道路；如果采用同一根蒸汽母管时，较高压力的蒸汽管道上应当有自动减压装置，较低压力的蒸汽管道应当有防止超压的止回阀；

(4) 外置换热器的循环流化床锅炉应当设置紧急补给水系统；

(5) 给水泵出口应当设置止回阀和切断阀，应当在给水泵和给水切断阀之间装设给水止回阀，并与给水切断阀紧密相连；单元机组省煤器进口可不装切断阀和止回阀，母管制给水系统，每台锅炉省煤器进口都应当装设切断阀和止回阀；铸铁省煤器的出口也应当装设切断阀和止回阀；

(6) 主汽阀应当装在靠近锅筒(壳)或者过热器集箱的出口处；单元机组锅炉的主汽阀可以装设在汽机进口处；立式锅壳锅炉的主汽阀可以装在锅炉房内便于操作的地方；多台锅炉并列运行时，锅炉与蒸汽母管连接的每根蒸汽管道上，应当装设两个切断阀，切断阀门之间应当装有通向大气的疏水管和阀门，其内径不得小于 18mm，锅炉出口与第一个切断阀(主汽阀)间应当装设放汽管及相应的阀门；

(7) A 级高压以上电站锅炉，未设置可回收蒸汽的旁路系统的，应当装设远程控制向空排汽阀(或者动力驱动泄放阀)；

(8) 在锅筒(壳)、过热器、再热器和省煤器等可能聚集空气的地方都应当装设排气阀。

6.5 锅炉水处理系统

(1) 锅炉水处理系统应当根据锅炉类型、参数、水源水质和水汽质量要求进行设计，满足锅炉供水和水质调节的需要，锅炉水处理设计应当符合相关标准的规定；

(2) A 级高压以上的电站锅炉应当根据锅炉类型、参数和化学监督的要求设置在

线化学仪表，连续监控水汽质量；

(3) 水处理设备制造质量应当符合国家和行业标准中的相关规定，水处理设备应当按照相关标准的技术要求进行调试，出水质量及设备出力应当符合设计要求。

6.6 管道阀门和烟风挡板

(1) 2 台以上(含 2 台)锅炉共用 1 个总烟道的，在每台锅炉的支烟道内应当装设有可靠限位装置的烟道挡板；

(2) 锅炉管道上的阀门和烟风系统挡板均应当有明显标志，标明阀门和挡板的名称、编号、开关方向和介质流动方向，主要调节阀门还应当有开度指示；

(3) 阀门、挡板的操作机构均应当装设在便于操作的地点。

6.7 液体和气体燃料燃烧器

6.7.1 基本要求

锅炉用液体和气体燃料燃烧器应当由锅炉制造单位选配。燃烧器的制造或者供应单位应当提供有效的燃烧器型式试验证书。

6.7.2 燃烧器安全与控制装置

燃烧器应当设有自动控制器、安全切断阀、火焰监测装置、空气压力监测装置、燃料压力监测装置和气体燃料燃烧器的阀门检漏装置。

6.7.2.1 液体燃料燃烧器安全切断阀布置

(1) 额定输出热功率小于或者等于 400kW 的压力雾化燃烧器，每一个喷嘴前都应当设置 1 个安全切断阀；采用回流喷嘴的，在回流管路上也应当设置 1 个安全切断阀，可用喷嘴切断阀代替安全切断阀；

(2) 额定输出热功率大于 400kW 的压力雾化燃烧器，每一个喷嘴前应当设置 2 个串联布置的安全切断阀；采用回流喷嘴的，在回流管路上也应当设置 2 个串联布置的安全切断阀，可用喷嘴切断阀代替安全切断阀，还应当在回流管路上的输出调节器和安全切断阀之间设置 1 个压力监测装置。

6.7.2.2 气体燃料燃烧器安全切断阀布置

(1) 主燃气控制阀系统应当设置 2 只串联布置的自动安全切断阀或者组合阀；

(2) 额定输出热功率大于 1200kW 的燃烧器，主燃气控制阀系统应当设置阀门检漏装置；

(3) 安全切断阀上游应当至少设置 1 只压力控制装置。

6.7.2.3 联锁保护

燃烧器在启动和运行过程中，出现以下情况，应当在安全时间内实现系统联锁保护：

(1) 火焰故障信号；

- (2)燃气高压保护信号；
- (3)空气流量故障信号；
- (4)设有位置验证的燃烧器，位置验证异常；
- (5)燃气阀门检漏报警信号；
- (6)液体燃料温度超限信号；
- (7)本规程规定的与锅炉有关的控制，如压力、水位、温度等参数超限

6.7.3 液体、气体和煤粉锅炉燃烧器安全时间与启动热功率

6.7.3.1 燃烧器点火、熄火安全时间(注 6-1)

用液体、气体和煤粉作燃料的锅炉，其燃烧器必须保证点火、熄火安全时间符合表 6-1、表 6-2 和表 6-3 的要求。

注 6-1：燃烧器启动时，从燃料进入炉膛点火失败到燃料快速切断装置开始动作的时间称为点火安全时间；燃烧器运行时，从火焰熄灭到快速切断装置开始动作的时间称为熄火安全时间

表 6-1 液体燃料燃烧器安全时间(s)要求

主燃烧器额定 输出热功率 Q_F (kW)	主燃烧器在 额定功率下 直接点火安 全时间	主燃烧器在降 低功率下直接 点火安全时间	主燃烧器通过点火 燃烧器点火		熄火安全 时间
			点火燃烧器 的点火安全 时间	主燃烧器的 主火安全 时间	
≤ 400	≤ 10		≤ 10	≤ 10	≤ 1
$400 < Q_F$ ≤ 1200	≤ 5		≤ 5	≤ 5	≤ 1
$1200 < Q_F$ ≤ 6000	不允许	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 1
> 6000	不允许	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 1

表 6-2 气体燃料燃烧器安全时间(s)要求

主燃烧器额定输出热功率 Q_F (kW)	主燃烧器在额定功率下直接点火安全时间	主燃烧器在降低功率下直接点火安全时间	带有旁路启动燃气的主燃烧器降低功率直接点火安全时间	主燃烧器通过点火燃烧器点火		熄火安全时间
				点火燃烧器的点火安全时间	主燃烧器的主火安全时间	
$Q_F \leq 70$	≤ 5			≤ 5	≤ 5	≤ 1
$70 < Q_F \leq 120$	≤ 3			≤ 5	≤ 3	≤ 1
$Q_F > 120$	不允许	≤ 3		≤ 3	≤ 3	≤ 1

表 6-3 燃煤粉燃烧器安全时间(s)要求

点火安全时间	熄火安全时间
—	≤5

6.7.3.2 燃烧器启动热功率

用液体或者气体作燃料的锅炉，应当严格限制燃烧器点火时的启动热功率。

6.7.4 燃烧器改造

燃烧器燃料种类、内部结构、燃烧方式发生重大变化时，应当由燃烧器的制造单位或者其授权的单位进行，改造后按照国家相关标准进行燃烧器性能测试。

7 安装、改造、修理

7.1 基本要求

- (1)锅炉安装、改造和修理单位应当对其安装、改造和修理的施工质量负责；
- (2)集成锅炉(注 7-1)安装就位时不需要分装资质，安装过程不需要进行安装监督检验；
- (3)安装、改造和修理后的锅炉应当符合大气污染物排放要求，锅炉大气污染物初始排放浓度不能满足环境保护标准和要求的，应当配套环保设施。

注 7-1：集成锅炉是指锅炉本体和辅助设备系统由锅炉制造单位集成在一个底盘或者框架上的锅炉。

7.2 安装

7.2.1 一般要求

锅炉及锅炉范围内管道的安装除了符合本规程的规定外，还应当符合相应国家、行业标准的有关规定。

7.2.2 焊接

锅炉安装工程中焊接工作除符合本规程第 4 章的相关规定外，还应当符合以下要求：

- (1)锅炉安装环境温度低于 0℃或者其他恶劣天气时，有相应保护措施；
- (2)除设计规定的冷拉焊接接头以外，焊件装配时不得强力对正，安装冷拉焊接接头使用的冷拉工具在整个焊接接头焊接及热处理完毕后方可拆除。

7.2.3 胀接、热处理和无损检测

锅炉安装工程中的胀接、热处理和无损检测工作要求应当符合本规程第 4 章的有关规定。

7.2.4 水压试验

(1) 锅炉安装工程的水压试验应当符合本规程第4章的有关规定, 电站锅炉水压试验用水质应当满足相关行业标准的要求;

(2) 亚临界及以上电站锅炉主蒸汽管道和再热蒸汽管道的水压试验按照相关标准执行;

(3) 锅炉整体水压试验时试验压力允许压降应当符合表7-1的规定。

表 7-1 锅炉整体水压试验时试验压力允许压降

锅 炉 类 别	允许压降 Δp (MPa)
高压及以上 A 级锅炉	$\Delta p \leq 0.60$
次高压及以下 A 级锅炉	$\Delta p \leq 0.40$
> 20t/h (14MW) B 级锅炉	$\Delta p \leq 0.15$
≤ 20 t/h (14MW) B 级锅炉	$\Delta p \leq 0.10$
C、D 级锅炉	$\Delta p \leq 0.05$

7.2.5 电站锅炉安装特殊要求

7.2.5.1 锅炉及系统的清洗、冲洗和吹洗

电站锅炉在启动点火前, 应当进行化学清洗; 锅炉热力系统应当进行冷态水冲洗和热态水冲洗; 锅炉范围内的管道应当进行吹洗。锅炉及系统的清洗、冲洗和吹洗应当符合国家和相关行业标准的规定。

7.2.5.2 锅炉调试

电站锅炉调试过程中的操作, 应当在调试人员的监护、指导下, 由经过培训并且按照规定取得相应特种设备作业人员证书的人员进行。首次启动过程中应当缓慢升温升压, 同时要监视各部分的膨胀值在设计范围内。

7.2.5.3 锅炉机组启动

电站锅炉整套启动时, 以下热工设备和保护装置应当经过调试, 并且投入运行:

- (1) 数据采集系统;
- (2) 炉膛安全监控系统;
- (3) 有关辅机的子功能组和联锁;
- (4) 全部远程操作系统。

7.2.5.4 验收

锅炉安装完成后, 由锅炉使用单位负责组织验收, 并且符合以下要求:

- (1) 300MW 及以上机组电站锅炉经过 168h 整套连续满负荷试运行, 各项安全指

标均达到相关标准；

(2) 300MW 以下机组电站锅炉经过 72h 整套连续满负荷试运行后，对各项设备做一次全面检查，缺陷处理合格后再次启动，经过 24h 整套连续满负荷试运行无缺陷，并且水汽质量符合相关标准。

7.3 锅炉改造

7.3.1 锅炉改造的含义

锅炉改造是指改变锅炉本体承压结构或者燃烧方式的行为。

7.3.2 锅炉改造设计

(1) 锅炉改造的设计应当由有相应资质的锅炉制造单位进行；

(2) 锅炉改造后不应当提高额定工作压力；

(3) 不应当将热水锅炉改造为蒸汽锅炉；

(4) 锅炉改造方案应当包括必要的计算资料、设计图样和施工技术方案；蒸汽锅炉改为热水锅炉或者热水锅炉受压元件的改造还应当有流程图、水动力计算书；安全附件、辅助装置和水处理措施应当进行技术校核。

7.3.3 锅炉改造技术要求

锅炉改造技术要求参照相关标准和有关技术规定。

7.4 锅炉修理

7.4.1 锅炉重大修理含义

7.4.1.1 A 级锅炉重大修理

(1) 锅筒、启动(汽水)分离器及储水箱、减温器和集中下降管的更换及其纵向、环向对接焊缝的补焊；

(2) 整组受热面管子根(屏、片)数 50% 以上的更换；

(3) 外径大于 273mm 的集箱、管道和管件的更换；

(4) 大板梁主焊缝的补焊；

(5) 液(气)体燃料燃烧器的更换。

7.4.1.2 B 级及以下锅炉重大修理

(1) 筒体、封头(管板)、炉胆、炉胆顶、回燃室、下脚圈和集箱的更换、挖补；

(2) 受热面管子的更换，数量大于该类受热面管(分为水冷壁、对流管束、过热器、省煤器、烟管等)的 10%，并且不少于 10 根；直流、贯流锅炉本体整组受热面更换；

(3) 液(气)体燃料燃烧器的更换。

7.4.2 锅炉修理技术要求

(1) 锅炉修理技术要求参照相关标准和有关技术规定，重大修理应当制定技术方

案，锅炉受压元(部)件更换应当不低于原设计要求；

(2) 不应当在有压力或者锅水温度较高的情况下修理受压元(部)件；

(3) 在锅筒(壳)挖补和补焊之前，修理单位应当进行焊接工艺评定，工艺试件应当由修理单位焊制；锅炉受压元(部)件采用挖补修理时，补板应当是规则的形状；

(4) 锅炉受压元(部)件不应当采用贴补的方法修理，锅炉受压元(部)件因应力腐蚀、蠕变、疲劳而产生的局部损伤需要进行修理时，应当更换或者采用挖补方法。

7.4.3 受压元(部)件修理后的检验

(1) 锅炉受压元(部)件修理后应当进行外观检验、无损检测(其中挖补焊缝应当进行 100% 射线或者超声检测)，必要时还应当进行水(耐)压试验，其合格标准应当符合本规程第 4 章的有关规定；

(2) 采用堆焊修理的，焊接后应当进行表面无损检测；对于电站锅炉，还应当符合相关标准的技术规定。

7.4.4 焊后热处理

修理经过热处理的锅炉受压元(部)件，焊接后应当参照原热处理工艺进行焊后热处理。

7.5 竣工资料

锅炉安装、改造、修理竣工后，应当将图样、工艺文件、施工质量证明文件等技术资料交付使用单位存入锅炉安全技术档案。

8 使用管理

8.1 锅炉使用单位职责

锅炉使用单位应当对其使用的锅炉安全负责，主要职责如下：

(1) 采购监督检验合格的锅炉产品；

(2) 按照锅炉使用说明书的要求运行；

(3) 每月对所使用的锅炉至少进行 1 次月度检查，并且记录检查情况；月度检查内容主要为锅炉承压部件及其安全附件和仪表、联锁保护装置是否完好；燃烧器运行是否正常；锅炉使用安全与节能管理制度是否有效执行，作业人员证书是否在有效期内，是否按规定进行定期检验，是否对水(介)质定期进行化验分析，水(介)质未达到标准要求时是否及时处理，水封管是否堵塞，以及其他异常情况；

(4) 锅炉使用单位每年应当对燃烧器进行检查，检查内容至少包括燃烧器管路是否密封、安全与控制装置是否齐全和完好、安全与控制功能是否缺失或者失效、燃

烧器运行是否正常。

8.2 作业人员

锅炉作业人员应当严格执行操作规程和有关安全规章制度。B 级及以下全自动锅炉可以不设跟班锅炉作业人员，但是应当建立定期巡回检查制度。

8.3 锅炉安全技术档案

使用单位应当逐台建立锅炉安全技术档案，安全技术档案至少包括以下内容：

- (1) 特种设备使用登记证和特种设备使用登记表；
- (2) 锅炉的出厂技术资料及监督检验证书；
- (3) 锅炉安装、改造、修理、化学清洗技术资料及监督检验证书或者报告；
- (4) 水处理设备的安装调试记录、水(介)质处理定期检验报告和定期自行检查记录；
- (5) 锅炉定期检验报告；
- (6) 锅炉日常使用状况记录和定期自行检查记录；
- (7) 锅炉及其安全附件、安全保护装置及测量调控装置校验报告、试验记录及日常维护保养记录；
- (8) 锅炉运行故障和事故记录及事故处理报告。

8.4 锅炉使用管理制度和规程

锅炉使用管理应当有以下制度和规程：

- (1) 岗位责任制，包括安全管理人员、班组长、运行作业人员、维修人员、水处理作业人员等职责范围内的任务和要求；
- (2) 巡回检查制度，明确定时检查的内容、路线和记录的项目；
- (3) 交接班制度，明确交接班要求、检查内容和交接班手续；
- (4) 锅炉及辅助设备的操作规程，包括设备投运前的检查及准备工作、启动和正常运行的操作方法、正常停运和紧急停运的操作方法；
- (5) 设备维修保养制度，规定锅炉停(备)用防锈蚀内容和要求以及锅炉本体、安全附件、安全保护装置、自动仪表及燃烧和辅助设备的维护保养周期、内容和要求；
- (6) 水(介)质管理制度，明确水(介)质定时检测的项目和合格标准；
- (7) 安全管理制度，明确防火、防爆和防止非作业人员随意进入锅炉房要求，保证通道畅通的措施以及事故应急预案和事故处理办法等；
- (8) 节能管理制度，符合锅炉节能管理有关安全技术规范的规定。

8.5 锅炉使用管理记录

锅炉使用单位应当根据本单位锅炉使用情况建立锅炉及燃烧设备运行、检查、水汽质量测定、维修、保养、事故和交接班等记录。

8.6 安全运行要求

(1) 锅炉作业人员在锅炉运行前应当做好各种检查，按照规定的程序启动和运行，不得任意提高运行参数，压火后应当保证锅水温度、压力不回升和锅炉不缺水；

(2) 当锅炉运行中发生受压元件泄漏、炉膛严重结焦、液态排渣锅炉无法排渣、锅炉尾部烟道严重堵灰、炉墙烧红、受热面金属严重超温、汽水质量严重恶化等情况时，应当停止运行。

8.7 蒸汽锅炉(电站锅炉除外)需要立即停止运行的情况

蒸汽锅炉(电站锅炉除外)运行中遇有下列情况之一时，应当立即停炉：

- (1) 锅炉水位低于水位表最低可见边缘；
- (2) 不断加大给水并且采取其他措施但是水位仍然继续下降；
- (3) 锅炉满水(贯流式锅炉启动状态除外)，水位超过最高可见水位，经过放水仍然不能见到水位；
- (4) 给水泵失效或者给水系统故障，不能向锅炉给水；
- (5) 水位表、安全阀或者装设在汽空间的压力表全部失效；
- (6) 锅炉元(部)件受损坏，危及锅炉运行作业人员安全；
- (7) 燃烧设备损坏、炉墙倒塌或者锅炉构架被烧红等，严重威胁锅炉安全运行；
- (8) 其他危及锅炉安全运行的异常情况。

8.8 锅炉检修的安全要求

锅炉检修时，进入锅炉内作业的人员工作时，应当符合以下要求：

(1) 进入锅筒(壳)内部工作之前，必须用能指示出隔断位置的强度足够的金属堵板(电站锅炉可用阀门)将连接其他运行锅炉的蒸汽、热水、给水、排污等管道可靠地隔开；用油或者气体作燃料的锅炉，必须可靠地隔断油、气的来源；

(2) 进入锅筒(壳)内部工作之前，必须将锅筒(壳)上的人孔和集箱上的手孔打开，使空气对流一段时间，工作时锅炉外面有人监护；

(3) 进入烟道及燃烧室工作前，必须进行通风，并且与总烟道或者其他运行锅炉的烟道可靠隔断；

(4) 在锅筒(壳)和潮湿的炉膛、烟道内工作而使用电灯照明时，照明应当使用安全电压，禁止明火照明。

8.9 锅炉水(介)质处理

使用单位应当做好锅炉水(介)质处理工作,保证水汽或者有机热载体的质量符合标准要求。无可靠的水处理措施的锅炉不应当投入运行。水处理系统运行应当符合以下要求:

(1)保证水处理设备及加药装置正常运行;

(2)采用必要的检测手段监测水汽质量,每班至少化验1次水汽质量,当水汽质量不符合标准要求时,应当及时查找原因并处理至合格;

(3)严格控制疏水、蒸汽冷凝回水的水质,不合格时不得回收进入锅炉

注 8-1:工业锅炉的水质应当符合 GB/T 1576《工业锅炉水质》的规定。电站锅炉的水汽质量应当符合 GB/T 12145《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》的规定

8.10 锅炉排污

锅炉使用单位应当根据锅水水质确定排污方式及排污量,并且按照水质变化进行调整。蒸汽锅炉定期排污时宜在低负荷时进行,同时严格监视水位。

8.11 锅炉化学清洗

当锅炉结垢(有机热载体锅炉循环管路中产生污泥、油垢)超过标准规定值时,锅炉使用单位应当约请具有相应能力的化学清洗单位,按照相关国家标准的要求及时进行化学清洗。化学清洗过程应当接受特种设备检验机构的监督检验。

8.12 停(备)用锅炉及水处理设备停炉保养

锅炉使用单位应当做好停(备)用锅炉及水处理设备的防腐蚀等停炉保养工作。

8.13 锅炉事故预防和应急救援

锅炉使用单位应当制定事故应急措施和救援预案,包括组织方案、责任制度、报警系统及紧急状态下抢险救援的实施方案

8.14 锅炉事故报告和处理

锅炉使用单位发生锅炉事故,应当按照相关要求及时报告和处理。

8.15 电站锅炉特别规定

8.15.1 电站锅炉安全技术档案

锅炉安装单位在总体验收合格后应当及时将锅炉和主蒸汽管道、主给水管道、再热蒸汽管道及其支吊架和焊缝位置等技术资料移交给使用单位存入锅炉安全技术档案。使用单位应当做好锅炉、管道和阀门的有关运行、检验、改造、修理以及事故等记录。

8.15.2 电站锅炉燃料管理

电站锅炉使用单位应当加强燃料管理，燃料入炉前应当进行燃料分析，根据分析结果进行燃烧控制与调整。燃用与设计偏差较大煤质时，应当进行燃烧调整试验。

8.15.3 电站锅炉启动、停炉

(1) 电站锅炉使用单位应当根据制造单位提供的有关资料和设备结构特点或者通过试验确定锅炉启动、停炉方式，并且绘制锅炉控制(启、停)曲线；

(2) 电站锅炉启动初期应当控制锅炉燃料量、炉膛出口烟温，使升温、升压过程符合启动曲线，锅炉启停过程中应当监控锅炉各部位的膨胀情况，做好膨胀指示记录，各部位应当均匀膨胀，并且应当监控锅筒壁温差；

(3) 电站锅炉停炉的降温降压过程应当符合停炉曲线要求，熄火后的通风和放水，应当避免使受压元件快速冷却；锅炉停炉后压力未降至大气压力以及排烟温度未降至 60℃ 以下时，应当对锅炉进行严密监控。

8.15.4 电站锅炉立即停止向炉膛输送燃料的情况

电站锅炉运行中遇到下列情况时，应当停止向炉膛输送燃料：

- (1) 锅炉严重缺水；
- (2) 锅炉严重满水；
- (3) 直流锅炉断水；
- (4) 锅水循环泵发生故障，不能保证锅炉安全运行；
- (5) 水位装置失效无法监视水位；
- (6) 主要蒸汽管道泄漏或锅炉范围内连接管道爆破；
- (7) 再热器蒸汽中断(制造单位有规定者除外)；
- (8) 炉膛熄火；
- (9) 燃油(气)锅炉油(气)压力严重下降；
- (10) 安全阀全部失效或者锅炉超压；
- (11) 热工仪表失效、控制电(气)源中断、无法监视、调整主要运行参数；
- (12) 严重危及人身和设备安全以及制造单位有特殊规定的其他情况

8.15.5 锅炉水汽质量异常处理

锅炉水汽质量异常时，应当按照相关标准规定做好异常情况处理并且记录，尽快查明原因，消除缺陷，恢复正常。如果不能恢复并且威胁设备安全时，应当立即采取措施，直至停止运行。

8.15.6 锅炉检修的化学检查

锅炉使用单位在锅炉检修时应当进行化学检查，按照相关标准规定对省煤器、锅筒、启动(汽水)分离器及储水箱、水冷壁、过热器、再热器等部件的腐蚀、结

垢、积盐等情况进行检查、评价，并且对异常情况进行妥善处理。

9 检 验

9.1 基本要求

锅炉检验包括设计文件鉴定、型式试验、监督检验和定期检验。

9.1.1 设计文件鉴定

设计文件鉴定是在锅炉制造单位设计完成的基础上，对锅炉设计文件是否满足本规程以及节能环保相关要求进行的符合性审查。

9.1.2 型式试验

型式试验是验证产品是否满足本规程要求所进行的试验。液(气)体燃料燃烧器应当通过型式试验才能使用。

9.1.3 监督检验

监督检验(包括制造、安装、改造、重大修理和化学清洗监督检验)是监督检验机构(以下简称监检机构)在制造、安装、改造、重大修理和化学清洗单位(以下统称受检单位)自检合格的基础上，按照本规程要求，对制造、安装、改造、重大修理和化学清洗过程进行的符合性监督抽查。

9.1.4 定期检验

定期检验是对在用锅炉当前安全状况是否满足本规程要求进行的符合性抽查，包括运行状态下进行的外部检验(注 9-1)、停炉状态下进行的内部检验和水(耐)压试验。

注 9-1：水(介)质处理定期检验结合锅炉外部检验进行。

9.2 设计文件鉴定

9.2.1 锅炉设计文件鉴定内容

- (1)锅炉参数与制造单位许可范围的符合性；
- (2)设计所依据的安全技术规范及相关标准；
- (3)锅炉本体受压元件及锅炉范围内管道(注 9-2)材料的选用、强度计算、结构形式、尺寸、主要受压元件的连接、管孔布置、焊缝布置等以及焊(胀)接、热处理、无损检测方法和比例、水(耐)压试验、水(介)质等主要技术要求；
- (4)燃烧设备、炉膛结构、受热面布置、锅炉设计热效率、排烟温度、排烟处过量空气系数、大气污染物初始排放浓度等；
- (5)安全附件和仪表的数量、型式、设置等以及安全阀排放量计算书或者计算结果汇总表、安全保护装置的整定值；

(6) 锅炉本体受压元件的支承、吊挂、承重结构和膨胀等结构以及锅炉平台、扶梯布置；

(7) 有机热载体锅炉，应当包括最高允许液膜温度计算和最小限制流速计算；

(8) 铸铁、铸铝锅炉，应当现场见证锅片或者锅炉的冷态爆破试验(已经进行过爆破试验并且在有效期的锅片除外)以及整体验证性水压试验。

注 9-2：锅炉范围内管道由管道设计单位设计的除外

9.2.2 设计文件鉴定特殊情况

锅炉主要受压元件和重要承载件的材料或者结构经过设计修改后，可能影响安全性能时，锅炉制造单位应当重新申请设计文件鉴定。

9.2.3 设计文件鉴定报告

经过锅炉设计文件鉴定，鉴定项目符合本规程要求的，鉴定机构应当在主要设计文件上加盖锅炉设计文件鉴定专用章，并且出具锅炉设计文件鉴定报告。

9.3 液(气)体燃料燃烧器型式试验

9.3.1 型式试验要求

具有下列情况之一的燃烧器，应当按照型式试验要求进行型式试验：

- (1) 新设计的燃烧器；
- (2) 燃烧器使用燃料类别或者燃烧器结构及程序控制方式发生变化；
- (3) 燃烧器型式试验超过 4 年

9.3.2 型式试验型号覆盖原则

燃烧器型式试验按照燃烧器的型号为基本单位进行，型号的编制应当满足 GB/T 36699《锅炉用液体和气体燃料燃烧器技术条件》的相关规定，同一系列中同一功率等级不同型号的燃烧器型式试验可以相互覆盖，具体的覆盖原则见本规程附件 D。

9.3.3 型式试验内容

燃烧器型式试验内容，应当包括基本安全要求检查、安全性能试验和运行性能试验，主要内容如下：

(1) 基本安全要求检查，包括结构与设计检查、安全与控制装置检查、外壳防护等级检查和技术文件与铭牌检查；

(2) 安全性能试验，包括泄漏试验、前吹扫时间与风量、安全时间、启动热功率、火焰稳定性、电压改变、耐热性能、部件表面温度和接地电阻等项目的试验与测量；

(3) 运行性能试验，包括燃烧器输出热功率范围测试以及运行状态下的燃烧产物排放、自振动、噪声测试和工作曲线测试。

9.3.4 型式试验报告和证书

型式试验结果符合本规程及 GB/T 36699《锅炉用液体和气体燃料燃烧器技术条件》相关规定的，型式试验机构应当及时出具型式试验合格报告和证书

9.4 监督检验

9.4.1 监督检验申请

锅炉产品制造、安装、改造、重大修理和化学清洗施工前，受检单位应当向监检机构申请监督检验，监检机构接受申请后，应当及时开展监督检验。对国家明令淘汰的锅炉、禁止新建的锅炉以及未提供建设项目环境影响评价批复文件的锅炉，监检机构不得实施安装监督检验

9.4.2 监督检验要求

监检机构应当根据受检锅炉的情况确定相应的检验方案。检验人员应当对锅炉逐台进行监督检验；发现一般问题时，应当及时向受检单位发出特种设备监督检验联络单；监检机构发现受检单位质量管理体系实施或者锅炉安全性能存在严重问题时，应当签发特种设备监督检验意见通知书，并且抄报当地特种设备安全监督管理部门（受检单位为境外企业时，抄报国家市场监督管理总局）

9.4.3 监督检验项目分类

锅炉产品制造、安装、改造、重大修理监督检验项目分为 A 类、B 类和 C 类。

(1) A 类，是对锅炉安全性能有重大影响的关键项目，检验人员确认符合要求后，受检单位方可继续施工；

(2) B 类，是对锅炉安全性能有较大影响的重点项目，检验人员应当对该项施工的结果进行现场检查确认；

(3) C 类，是对锅炉安全环保性能有影响的检验项目，检验人员应当对受检单位相关的自检报告、记录等资料核查确认，必要时进行现场监督、实物检查。

9.4.4 制造监督检验内容

制造监督检验应当包括以下内容（检验项目见本规程附件 E）：

- (1) 制造单位基本情况检查；
- (2) 设计文件、工艺文件核查；
- (3) 锅炉产品制造过程监督抽查。

9.4.5 安装监督检验内容

安装监督检验应当包括以下内容（检验项目见本规程附件 F）：

- (1) 安装单位基本情况检查；
- (2) 设计文件、工艺文件核查；
- (3) 锅炉安装过程监督抽查。

9.4.6 改造和重大修理监督检验内容

- (1) 核查锅炉改造和重大修理技术方案是否满足本规程第 7 章的要求；
- (2) 监督检验内容参照本章安装监督检验的相关要求执行。

9.4.7 化学清洗监督检验内容

化学清洗监督检验内容，应当包括对化学清洗单位质量管理体系运转情况和化学清洗过程中涉及安全性能的项目的监督抽查：

(1) 化学清洗方案、缓蚀剂缓蚀性能测试记录、清洗药剂质量验收记录、垢样分析记录、溶垢试验记录、腐蚀指示片悬挂位置及测量数据、监视管的安装、清洗循环系统和节流装置等；

(2) 化学清洗工艺参数控制记录、化验分析记录、加温方式和温度控制等；

(3) 锅炉清洗除垢率、腐蚀速度及腐蚀总量、钝化效果、金属表面状况(是否有点蚀、镀铜、过洗)及脱落垢渣清除情况等；

(4) 对于有机热载体锅炉，还应当包括残余的油泥、结焦物和垢渣等杂质的清除情况。

9.4.8 监督检验证书及报告

监督检验合格后，监检机构应当在 10 个工作日内(A 级高压以上电站锅炉为 30 个工作日内)内出具监督检验证书(化学清洗出具监督检验报告)，证书样式见本规程附件 G。A 级高压以上电站锅炉安装、改造、重大修理监督检验，除出具监督检验证书外，还应当出具监督检验报告。

锅炉产品制造监督检验合格后，应当在铭牌上打制造监督检验钢印。

9.5 定期检验

9.5.1 定期检验安排

锅炉使用单位应当安排锅炉的定期检验工作，并且在锅炉下次检验日期前 1 个月向具有相应资质的检验机构提出定期检验要求。检验机构接受检验要求后，应当及时开展检验。

9.5.2 定期检验周期

(1) 外部检验，每年进行 1 次；

(2) 内部检验，一般每 2 年进行 1 次，成套装置中的锅炉结合成套装置的大修周期进行，A 级高压以上电站锅炉结合锅炉检修同期进行，一般每 3 年~6 年进行 1 次；首次内部检验在锅炉投入运行后 1 年进行，成套装置中的锅炉和 A 级高压以上电站锅炉可以结合第一次检修进行；

(3) 水(耐)压试验，检验人员或者使用单位对设备安全状况有怀疑时，应当进行水(耐)压试验；因结构原因无法进行内部检验时，应当每 3 年进行 1 次水(耐)压

试验；

(4)成套装置中的锅炉和 A 级高压以上电站锅炉由于检修周期等原因不能按期进行内部检验时，使用单位在确保锅炉安全运行(或者停用)的前提下，经过使用单位主要负责人审批后，可以适当延期安排内部检验(一般不超过 1 年并且不得连续延期)，并且向锅炉使用登记机关备案，注明采取的措施以及下次内部检验的期限。

9.5.3 定期检验特殊情况

除正常的定期检验以外，锅炉有下列情况之一时，也应当进行内部检验：

- (1)移装锅炉投运前；
- (2)锅炉停止运行 1 年以上需要恢复运行前。

9.5.4 定期检验项目的顺序

外部检验、内部检验和水(耐)压试验在同一年进行时，一般首先进行内部检验，然后进行水(耐)压试验、外部检验。

9.5.5 定期检验前的准备工作

- (1)应当核查锅炉的安全技术档案以及相关技术资料；
- (2)检验机构应当编制检验方案，对于 A 级高压以上电站锅炉的内部检验，还应当根据受检锅炉的实际情况逐台编制专用检验方案；
- (3)进入锅炉内进行检验工作前，检验人员应当通知锅炉使用单位做好检验前的准备工作；

- (4)锅炉使用单位应当根据检验工作的需要进行相应的检验配合工作。

9.5.6 锅炉外部检验内容

锅炉外部检验应当包括以下内容(检验项目见本规程附件 H)：

- (1)上次检验发现问题的整改情况；
- (2)锅炉使用登记及其作业人员资质；
- (3)锅炉使用管理制度及其执行见证资料；
- (4)锅炉本体及附属设备运转情况；
- (5)锅炉安全附件及联锁与保护投运情况；
- (6)水(介)质处理情况；
- (7)锅炉操作空间安全状况；
- (8)锅炉事故应急专项预案。

9.5.7 锅炉外部检验时机

锅炉外部检验可能影响锅炉正常运行，检验机构应当事先同使用单位协商检验时间，在使用单位的运行操作配合下进行，并且不应当危及锅炉安全运行。

9.5.8 锅炉内部检验内容

9.5.8.1 一般要求

锅炉内部检验应当根据锅炉主要部件所处的位置和工作状况及其可能产生的缺陷,采用相应的检查方法,如宏观检查、厚度测量、无损检测、金相检测、硬度检测、割管力学性能试验、内窥镜检测、强度校核、腐蚀产物及垢样分析等。应当包括以下内容(检验项目见本规程附件 J):

- (1)上次检验发现问题的整改情况以及遗留缺陷的情况;
- (2)受压元件及其内部装置的外观质量、结垢、积盐、结焦、腐蚀、磨损、变形、超温、膨胀情况以及内部堵塞、有机热载体的积炭和结焦情况等;
- (3)燃烧室、燃烧设备、吹灰器、烟道等附属设备外观质量、积灰情况、壁厚减薄情况、变形情况以及泄漏情况等;
- (4)主要承载、支吊、固定件的外观质量、受力情况、变形情况以及锅炉的膨胀情况;
- (5)炉墙、保温、密封结构以及内部耐火层的外观质量。

9.5.8.2 首次内部检验的特殊要求

首次内部检验时,还应当对以下情况进行检查:

- (1)锅炉各部件、各部位的应力释放情况、膨胀协调情况;
- (2)制造、安装过程中遗留缺陷的变化情况;
- (3)当运行与设计存在差异时,锅炉的实际运行状况。

9.5.8.3 电站锅炉特殊情况

对于启停频繁以及参与调峰的电站锅炉,应当根据实际工况和主要损伤模式适当增加检验项目及检验内容。

9.5.9 缺陷处理基本原则

对于检验过程中发现的缺陷,使用单位应当按照合于使用的原则进行处理:

- (1)对缺陷进行分析,明确缺陷的性质、存在的位置以及对锅炉安全经济运行的危害程度,以确定是否需要缺陷进行消除处理;
- (2)对于重大缺陷的处理,使用单位应当采用安全评定或者论证等方式确定缺陷的处理方式;如果需要改造或者重大修理,应当按照本规程第 7 章的有关规定进行。

9.5.10 外部、内部检验结论

现场检验工作完成后,检验机构应当根据检验情况,结合使用单位对发现问题的处理或者整改情况,做出以下检验结论,并在 30 个工作日内出具报告:

- (1)符合要求,未发现影响锅炉安全运行的问题或者对发现的问题整改合格;
- (2)基本符合要求,发现存在影响锅炉安全运行的问题,采取了降低参数运行、

缩短检验周期或者对主要问题加强监控等有效措施；

(3) 不符合要求，发现存在影响锅炉安全运行的问题，未对发现的问题整改合格或者未采取有效措施。

注 9-3：对于超高压及以下锅炉，外部检验报告中应当包含水(介)质定期检验报告。水(介)质存在影响锅炉安全运行的问题，并且未得到有效整改，水(介)质定期检验报告结论应当为不符合要求。

9.5.11 水(耐)压试验检验

9.5.11.1 一般要求

水压试验应当符合本规程第4章和第7章的有关规定，有机热载体锅炉耐压试验应当符合本规程第10章的有关规定。

9.5.11.2 试验压力

当实际使用的最高工作压力低于锅炉额定工作压力时，可以按照锅炉使用单位提供的最高工作压力确定试验压力；当锅炉使用单位需要提高锅炉使用压力(但不应当超过额定工作压力)时，应当按照提高后的工作压力重新确定试验压力进行水(耐)压试验。

9.5.11.3 水(耐)压试验检验内容

水(耐)压试验检验应当包括以下内容：

- (1) 水(耐)压试验设备、压力测量装置的数量、量程、精度及校验情况；
- (2) 水(耐)压试验条件、安全防护情况，试验用水(介)质情况；
- (3) 现场监督水(耐)压试验，检查升(降)压速度、试验压力、保压时间，在工作压力下检查受压元件有无变形及泄漏情况。

10 专项要求

10.1 热水锅炉及系统

10.1.1 设计

- (1) 锅炉的额定工作压力应当不低于额定出口水温加 20℃ 相对应的饱和压力；
- (2) 锅炉的结构应当保证各循环回路的水循环正常，所有受热面应当得到可靠冷却并且能够防止汽化；

(3) 锅壳式卧式外燃锅炉，设计、制造单位应当采取技术措施解决管板裂纹或者泄漏以及锅壳鼓包等问题。

10.1.2 排放装置

- (1) 锅炉的出水管一般设在锅炉最高处，在出水阀前出水管的最高处应当装设集

气装置或者自动排气阀，每一个回路的最高处以及锅筒(壳)最高处或者出水管上都应当装设公称通径不小于 20mm 的排气阀，各回路最高处的排气管宜采用集中排列方式；

(2) 锅筒(壳)最高处或者出水管上应当装设泄放管，其内径应当根据锅炉的额定热功率确定，并且不小于 25mm；泄放管上应当装设泄放阀，锅炉正常运行时，泄放阀处于关闭状态；装设泄放阀的锅炉，其锅筒(壳)或者出水管上可以不装设排气阀；

(3) 锅筒(壳)及每个循环回路下集箱的最低处应当装设排污阀或者放水阀

10.1.3 保护装置

(1) B 级锅炉及额定热功率大于或者等于 7MW 的 C 级锅炉，应当装设超温报警装置和联锁保护装置；

(2) 锅炉的压力降低到会发生汽化或者水温超过了规定值以及循环水泵突然停止运转并且备用泵无法正常启动时，层燃锅炉应当能够自动切断鼓、引风；室燃锅炉应当能够自动切断燃料供应

10.1.4 热水系统

热水系统应当符合以下基本要求：

(1) 在热水系统的最高处以及容易集气的位置应当装设集气装置或者自动排气阀，最低位置应当装设放水装置；

(2) 热水系统应当有可靠的定压措施和循环水的膨胀装置；

(3) 热水系统应当装设自动补给水装置，并且在锅炉作业人员便于操作的地点装设手动控制补给水装置；

(4) 强制循环热水系统至少有 2 台循环水泵，在其中 1 台停止运行时，其余水泵总流量应当满足最大循环水量的需要；

(5) 在循环水泵前后管路之间应当装设带有止回阀的旁通管，或者采取其他防止突然停泵发生水击的措施；

(6) 热水系统的回水干管上应当装设除污器，除污器应当安装在便于操作的位置，并且应当定期清理。

10.1.5 使用管理

10.1.5.1 锅炉启停

锅炉投入运行时，应当先开动循环水泵，待供热系统水循环正常后，才能逐渐提高炉温。锅炉停止运行时不应当立即停泵。如果锅炉发生汽化需要重新启动时，启动前应当先放汽补水，然后启动循环水泵

10.1.5.2 停电保护

锅炉使用单位应当制定突然停电时防止锅水汽化的保护措施。

10.1.5.3 锅炉排污

锅炉排污的时间间隔及排污量应当根据运行情况及水质化验报告确定。排污时应当监视锅炉压力以防止产生汽化。

10.1.5.4 锅炉需要立即停炉的情况

锅炉运行中遇有下列情况之一时，应当立即停炉：

- (1) 水循环不良，或者锅炉出口水温上升到与出水压力相对应的饱和温度之差小于 20℃；
- (2) 锅水温度急剧上升失去控制；
- (3) 循环水泵或者补水泵全部失效；
- (4) 补水泵不断给系统补水，锅炉压力仍继续下降；
- (5) 压力表或者安全阀全部失效；
- (6) 锅炉元(部)件损坏，危及锅炉运行作业人员安全；
- (7) 燃烧设备损坏、炉墙倒塌，或者锅炉构架被烧红等，严重威胁锅炉安全运行；
- (8) 其他危及锅炉安全运行的异常情况

10.2 有机热载体锅炉及系统

10.2.1 有机热载体

10.2.1.1 选择和使用

有机热载体产品的选择和使用应当符合 GB 23971《有机热载体》和 GB/T 24747《有机热载体安全技术条件》的要求。不同化学组成的气相有机热载体不当混合使用，气相有机热载体与液相有机热载体不当混合使用。

10.2.1.2 最高允许使用温度

有机热载体产品的最高允许使用温度应当依据其热稳定性确定，其热稳定性应当按照 GB/T 23800《有机热载体热稳定性测定法》规定的方法测定。

10.2.1.3 最高工作温度

有机热载体的最高工作温度应当不高于其自燃点，并且至少低于其最高允许使用温度 10℃。电加热锅炉、燃煤锅炉或者炉膛辐射受热面平均热流密度大于 0.05MW/m² 的锅炉，有机热载体的最高工作温度应当低于其最高允许使用温度 20℃。

10.2.1.4 最高允许液膜温度

有机热载体的最高允许使用温度小于或者等于 320℃时，其最高允许液膜温度应当不高于最高允许使用温度加 20℃。有机热载体的最高允许使用温度高于 320℃时，其最高允许液膜温度应当不高于最高允许使用温度加 30℃。

10.2.1.5 出厂资料

有机热载体供应单位应当提供其产品与锅炉运行安全相关的物理特性和化学性质的详细数据,并且提供有机热载体产品的化学品安全使用说明书。

10.2.2 设计制造

10.2.2.1 锅炉及其附属容器的设计压力

(1)锅炉的设计计算压力取锅炉进口工作压力加 0.3MPa,并且对于火焰加热的锅炉,其设计计算压力应当不低于 1.0MPa;对于电加热及余(废)热锅炉,其设计计算压力应当不低于 0.6MPa;

(2)有机热载体系统中的非承压容器的设计计算压力应当大于或者等于 0.2MPa,选用的承压容器的设计计算压力至少为其额定工作压力加 0.2MPa。

10.2.2.2 使用气相有机热载体的强制循环液相锅炉工作压力

强制循环液相锅炉使用气相有机热载体时,其工作压力应当高于其最高工作温度加 20℃条件下对应的有机热载体饱和压力。

10.2.2.3 锅炉的计算最高液膜温度

锅炉的计算最高液膜温度应当不超过所选用有机热载体的最高允许液膜温度。锅炉制造单位应当在锅炉出厂资料中提供锅炉最高液膜温度和最小限制流速的计算书。

10.2.2.4 自然循环气相锅炉的有机热载体容量

自然循环气相系统中使用的锅炉,设计时应当保证锅筒最低液位以上可供蒸发的有机热载体容量能够满足该系统的气相空间充满蒸气。

10.2.2.5 耐压试验和气密性试验

(1)整装出厂的锅炉、锅炉部件和现场组(安)装完成后的锅炉,应当按照 1.5 倍的工作压力进行液压试验,或者按照设计图样的规定进行气压试验;气相锅炉在液压试验合格后,还应当按照工作压力进行气密性试验;

(2)液压试验应当采用有机热载体或者水为试验介质,气压(密)试验所用气体应当为干燥、洁净的空气、氮气或者惰性气体;采用有机热载体为试验介质时,液压试验前应当先进行气密性试验;采用水为试验介质时,水压试验完成后应当将设备中的水排净,并且使用压缩空气将内部吹干;

(3)锅炉的气压试验和气密性试验应当符合《固定式压力容器安全技术监察规程》的有关技术要求

10.2.3 安全附件和仪表

10.2.3.1 安全阀设置

10.2.3.1.1 气相锅炉及系统

(1)自然循环气相系统至少装设 2 个不带手柄的全启式弹簧式安全阀,一个安装在锅炉的气相空间上方,另一个安装在系统上部的用热设备上或者供气母管上;

(2)液相强制循环节流减压蒸发气相系统的闪蒸罐和冷凝液罐上应当装设安全

阀,额定热功率大于 1.4MW 的闪蒸罐上应当装设 2 个安全阀;

(3)气相系统的安全阀与锅炉或者管线连接的短管上应当串连 1 个爆破片,安全阀和爆破片的排放能力应当不小于锅炉的额定蒸发量,爆破片与锅炉或者管线连接的短管上应当装设 1 个截止阀,在锅炉运行时截止阀应当处于锁开位置。

10.2.3.1.2 液相锅炉及系统

(1)液相锅炉应当在锅炉进口和出口切断阀之间装设安全阀;

(2)当液相锅炉与膨胀罐相通,并且二者之间的联通管线上没有阀门时,锅炉本体上可以不装设安全阀;

(3)闭式膨胀罐上应当装设安全阀;闭式膨胀罐与闭式储罐之间装设有溢流管时,安全阀可以装设在闭式储罐上。

10.2.3.1.3 流道直径

安全阀的流道直径由锅炉制造单位或者有机热载体系统设计单位确定。

10.2.3.2 安全泄压装置

闭式低位储罐上应当装设安全泄压装置

10.2.3.3 压力测量装置

气相锅炉的锅筒和出口集箱、液相锅炉进出口管道、循环泵及过滤器进出口、受压元件以及调节控制阀前后应当装设压力表。压力表存液弯管的上方应当安装截止阀或者针形阀。

10.2.3.4 液位测量装置

(1)锅筒、闪蒸罐、冷凝液罐和膨胀罐等有液面的部件上应当各自装设独立的 1 套直读式液位计和 1 套自动液位检测仪;

(2)有机热载体储罐应当装设 1 套直读式液位计;

(3)直读式液位计应当采用板式液位计,不应当采用玻璃管式液位计。

10.2.3.5 温度测量装置

锅炉进出口以及系统的闪蒸罐、冷凝液罐、膨胀罐和储罐上应当装设有机热载体温度测量装置。

10.2.3.6 安全保护装置

10.2.3.6.1 基本要求

锅炉和系统的安全保护装置应当根据其供热能力、所使用有机热载体种类及其特性、燃料种类和操作条件的不同,按照保证安全运行的原则进行设置。锅炉及系统内气相有机热载体总注入量大于 1m^3 及液相有机热载体总注入量大于 5m^3 时,应当按照本规程 10.2.3.6.2~10.2.3.6.5 的要求装设安全保护装置。

10.2.3.6.2 系统报警装置

(1)自然循环气相锅炉应当装设高液位和低液位报警装置,其蒸气出口处应当装设超压报警装置;

(2) 液相强制循环锅炉的出口处应当装设有机热载体的低流量、超温和超压报警装置，使用气相有机热载体时还应当装设低压报警装置；

(3) 火焰加热锅炉应当装设出口烟气超温报警装置；

(4) 闪蒸罐、冷凝液罐和膨胀罐应当装设高液位和低液位报警装置，闪蒸罐、冷凝液罐和闭式膨胀罐还应当装设超压报警装置；

(5) 膨胀罐的压力泄放装置、快速排放阀和膨胀管的快速切断阀应当装设动作报警装置。

10.2.3.6.3 加热装置联锁保护

系统内的联锁保护装置，应当在以下情况时能够切断加热装置，并且发出报警：

(1) 气相系统内的蒸发容器、冷凝液罐和液相系统内膨胀罐的液位下降到设定限制位置；

(2) 气相锅炉出口压力超过设定限制值；

(3) 液相锅炉出口有机热载体温度超过设定限制值；

(4) 并联炉管数大于或者等于 5 根的液相锅炉，且一根炉管出口有机热载体温度超过设定限制值；

(5) 液相强制循环锅炉有机热载体流量低于设定限制值；

(6) 火焰加热锅炉出口烟温超过设定限制值；

(7) 膨胀罐的压力泄放装置、快速排放阀或者膨胀管的快速切断阀动作；

(8) 运行系统主装置联锁停运。

10.2.3.6.4 系统联锁保护

有机热载体系统的联锁保护装置，应当在以下情况时能够切断加热装置和循环泵，并且发出报警：

(1) 锅炉出口有机热载体温度超过设定限制值和烟温超过设定限制值二者同时发生；

(2) 膨胀罐的低液位报警和快速排放阀或者膨胀管的快速切断阀动作报警二者同时发生；

(3) 全系统紧急停运

10.2.3.6.5 液相系统的流量控制阀

液相有机热载体系统的供应母管和回流母管之间，应当装设一个自动流量控制阀或者压差释放阀。

10.2.4 辅助设备及系统

10.2.4.1 基本要求

辅助设备及系统的设计、制造、安装和操作，应当避免和防止系统中有机热载体发生超温、氧化、污染和泄漏。

10.2.4.2 系统的设计

系统的设计型式应当根据所选用的有机热载体的特性和最高工作温度及系统运行方式确定。符合下列条件之一的系统应当设计为闭式循环系统：

- (1)使用气相有机热载体的系统；
- (2)使用属于危险化学品的有机热载体的系统；
- (3)最高工作温度高于所选用有机热载体的常压下初馏点，或者在最高工作温度下有机热载体的蒸气压高于 0.01MPa 的系统；
- (4)有机热载体系统总容积大于 10m³ 的系统；
- (5)供热负荷及工作温度频繁变化的系统。

10.2.4.3 材料

系统内的受压元件、管道及其附件所用材料应当满足其最高工作温度的要求，并且不应当采用铸铁或者有色金属制造。

10.2.4.4 管件和阀门

(1)液相系统内管件和阀门的公称压力应当不小于 1.6MPa，气相系统内管件和阀门的公称压力不小于 2.5MPa，系统内宜使用波纹管密封的截止阀和控制阀；

(2)系统内的管道、阀门和管件连接一般采用焊接方式，管道的焊接应当使用气体保护焊打底；采用法兰连接方式的，应当选用突面、凹凸面法兰或者榫槽面法兰，其垫片应当采用金属网加强的石墨垫片或者金属缠绕的石墨复合垫片；除仪器仪表用螺纹连接以外，系统内不应当采用螺纹连接。

10.2.4.5 循环泵

10.2.4.5.1 循环泵的选用

(1)液相传热系统以及液相强制循环节流减压蒸发气相系统至少应当安装 2 台电动循环泵及冷凝液供给泵，在其中 1 台停止运行时，其余循环泵或者供给泵的总流量应当能够满足该系统最大负荷运行的要求；热功率小于 0.3MW 的电加热液相有机热载体锅炉配备有可靠的温度联锁保护装置时，该液相传热系统可以只安装 1 台电动循环泵；

(2)循环泵的流量与扬程的选取应当保证通过锅炉的有机热载体最低流量不低于锅炉允许的最小体积流量；

(3)有机热载体的最高工作温度低于其常压下初馏点的系统可以采用带有延伸冷却段的泵；

(4)最高工作温度高于其常压下初馏点的系统，泵的轴承或者轴封应当具有独立的冷却装置，并且设置一个报警装置，当循环泵的冷却系统故障时，该报警装置能够动作；

(5)使用气相有机热载体的系统应当使用屏蔽泵、电磁耦合泵等没有轴封的泵。

10.2.4.5.2 循环泵的供电

为防止突然停电导致循环泵停止运转后锅炉内有机热载体过度温升，炉体蓄热量较大的锅炉宜采取双回路供电、配备备用电源或者采用其他措施。

10.2.4.5.3 过滤器

循环泵的进口处应当装设可拆换滤网的过滤器。在液相传热系统内宜装设一个旁路精细过滤器。

10.2.4.6 介质排放与收集

锅炉及安全装置排放出的介质，应当能够合理收集与回收，不得直接对外排放。所收集的介质未经处理不应当再次使用。

10.2.4.7 液相系统膨胀罐

液相系统应当设置膨胀罐。膨胀罐的设计应当符合以下要求。

- (1) 膨胀罐设置在锅炉正上方时，膨胀罐与锅炉之间需要采取有效隔离措施；
- (2) 采用惰性气体保护的闭式膨胀罐需要设置定压装置，如果闭式膨胀罐中气体的最高压力不超过 0.04MPa，可以采用液封的方式限制其超压；开式膨胀罐需要设置放空管，放空管的尺寸符合表 10-1 的规定；
- (3) 膨胀罐的调节容积不小于系统中有机热载体从环境温度升至最高工作温度时因受热膨胀而增加容积的 1.3 倍；
- (4) 采用高位膨胀罐和低位容器共同容纳整个系统有机热载体的膨胀量时，高位膨胀罐上设置液位自动控制装置和溢流管，溢流管上不装设阀门，其尺寸不小于表 10-1 的规定；
- (5) 与膨胀罐连接的膨胀管中，至少有 1 根膨胀管上不装设阀门，其管径不小于表 10-1 中规定的尺寸。
- (6) 容积大于或者等于 20m³ 的膨胀罐，应当设置一个独立的快速排放阀，或者在其内部气相和液相的空间分别设置膨胀管线，其中液相膨胀管线上设置一个快速切断阀。

表 10-1 膨胀罐的膨胀管、溢流管、排放管和放空管尺寸

系统内锅炉装机总功率 (MW)，≤	0.1	0.6	0.9	1.2	2.4	6.0	12	24	35	50	65	80	100
膨胀及溢流管公称尺寸 DN(mm)	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350
排放及放空管公称尺寸 DN(mm)	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400

10.2.4.8 有机热载体储罐

有机热载体容积超过 1m^3 的系统应当设置储罐，用于系统内有机热载体的排放。储罐的容积应当能够容纳系统中最大被隔离部分的有机热载体量和系统所需要的适当补充储备量。

10.2.4.9 取样冷却器

系统至少应当设置一个非水冷却的有机热载体取样冷却器。液相系统取样冷却器宜装设在循环泵进出口之间或者有机热载体供应母管和回流母管之间。气相系统取样冷却器宜装设在锅炉循环泵的进出口之间。

10.2.5 使用管理

10.2.5.1 有机热载体脱气和脱水

(1) 锅炉冷态启动时，当系统循环升温至合适温度，应当对有机热载体进行脱气和脱水操作；

(2) 在实际运行温度情况下，系统内在用有机热载体中低沸点物质达到 5% 以上时，应当采取适当措施进行脱气操作，并且将其冷凝物安全收集。

10.2.5.2 系统的有机热载体补充

锅炉正常运行过程中系统需要补充有机热载体时，应当将该冷态有机热载体首先注入膨胀罐，然后通过膨胀罐将有机热载体间接注入系统主循环回路。

10.2.5.3 锅炉和系统的维护及修理

(1) 系统检修时，焊接应当在循环系统的被焊接组件内的易燃气体和空气的混合物被惰性气体完全吹扫后进行；在整个焊接过程中，吹扫操作应当连续进行；

(2) 系统中被有机热载体浸润过的保温材料不应当继续使用；已经发生燃烧的保温层不应当立即打开，必须在保温层被充分冷却后再将其拆除更换。

10.3 铸铁锅炉和铸铝锅炉

10.3.1 允许使用范围

(1) 铸铁热水锅炉额定出水温度应当低于 120°C ，并且额定工作压力不超过 0.7MPa ；

(2) 铸铝热水锅炉额定出水温度应当不高于 95°C ，并且额定工作压力不超过 0.7MPa 。

10.3.2 材料

(1) 铸铁锅炉应当采用牌号不低于 GB 9439《灰铸铁件》规定的 HT150 的灰铸铁制造；

(2) 铸铝锅炉应当采用 GB/T 1173《铸造铝合金》中的 ZL104 铝硅合金铸铝材料制造；

(3) 锅炉中钢制受压元件、紧固拉杆应当符合本规程的有关规定。

10.3.3 设计

10.3.3.1 基本要求

(1) 热水锅炉的额定工作压力应当不低于额定出水温度加 40℃ 对应的饱和压力；

(2) 铸铝锅炉的结构可以是整体式或者组合式，铸铁锅炉的结构应当是组合式，锅片之间连接处应当可靠地密封；铸铁锅片的最小壁厚一般不小于 5mm，铸铝锅片的最小壁厚一般不小于 3.5mm；锅片之间的紧固拉杆直径一般不小于 8mm；

(3) 锅炉下部容易积垢的部位应当设置内径不小于 25mm 的清洗孔；回流管入口可以作为清洗孔，但其布置应当满足便于清洗的要求；

(4) 额定热功率小于或者等于 1.4MW 且设置换热设备的铸铝锅炉，其定压、自动排气以及压力、温度等安全显示和保护装置可以设置在一次系统上；自动排气装置最小公称通径不小于 10mm。

10.3.3.2 冷态爆破验证试验

10.3.3.2.1 实施验证试验的要求

有下列情况之一的，应当进行锅片或者锅炉的冷态爆破验证试验，由设计文件鉴定机构现场进行见证并出具报告：

- (1) 采用新锅片结构；
- (2) 改变锅片材料牌号；
- (3) 上次冷态爆破验证试验合格，超过 5 年。

10.3.3.2.2 冷态爆破试验数量

整体式锅炉应当取同一型号 3 台锅炉进行整体爆破试验。组合式结构的锅炉，每种型号锅片的冷态爆破试验应当取同规格的 3 片锅片进行试验。锅炉的冷态爆破试验应当取锅炉前部、中部、后部以及其他承压铸件各 3 片(件)进行试验。

10.3.3.2.3 爆破试验压力

- (1) 额定出水压力小于或者等于 0.4MPa 时，爆破压力应当大于 $4p+0.2\text{MPa}$ ；
- (2) 额定出水压力大于 0.4MPa 时，爆破压力应当大于 $5.25p$ 。

10.3.3.3 整体验证性水压试验

新设计的铸铁锅炉、铸铝锅炉应当进行整体验证性水压试验，并且由设计文件鉴定机构现场进行见证并出具报告。保压时间和合格标准应当符合本规程第 4 章的有关规定。

整体验证性水压试验压力为 $2p$ ，并且不小于 0.6MPa。

10.3.4 制造

10.3.4.1 铸造工艺

铸件制造单位应当制订并且实施经过验证的受压铸件的铸造工艺规程。受压铸

件不应当有裂纹、穿透性气孔、缩孔、缩松、未浇足、冷隔等铸造缺陷。

10.3.4.2 化学成分分析

每一个熔炼炉次都应当取样 1 次，进行化学成分分析。在原材料和工艺稳定的情况下，允许按班次或者批量进行检验。

10.3.4.3 受压铸件力学性能检验

(1) 每一熔炼炉次至少浇铸 1 组试样，每组 3 根，其中 1 根做试验，2 根做复验；连续熔炼时，熔炼前期、中期、后期至少各取 1 组试样。在原材料和工艺稳定的情况下，允许按班次或者批量进行检验；

(2) 拉伸试验按照相关标准的规定进行，试样的抗拉强度不低于标准规定值下限为合格；如果第 1 根试样不合格，则取另 2 根试样复验，如果该 2 根试样的试验均合格，则该受压铸件拉伸试验为合格，否则为不合格，该试样代用的锅片也为不合格。

10.3.4.4 锅片壁厚控制

制造单位应当采取有效方法控制最小壁厚，锅片应当有测点图，测点部位应当具有代表性；对同批制造的铸造锅炉锅片（同牌号、同结构型式、同铸造工艺）应当进行不少于 5% 的壁厚测量，并且不少于 2 片；对同批制造同型号的铸铝锅炉锅片，每 200 片至少取 1 片锅片进行解剖测量。

10.3.4.5 耐压试验

锅片毛坯件、机械加工后的锅片、修理后的锅片及其他受压铸件应当逐件进行水压试验，也可以采用气压试验。锅炉组装后应当整体进行耐压试验，试验压力及保压时间应当符合表 10-2 的规定。耐压试验的方法和合格标准应当符合本规程第 4 章的有关规定。气压试验应当符合《固定式压力容器安全技术监察规程》的有关技术要求，气压试验压力为额定工作压力。

表 10-2 试验压力与保压时间

名称	水压试验压力(MPa)	在试验压力下保压时间(min)
受压铸件	$2p$ ，并且不小于 0.4	2
锅炉整体	$1.5p$ ，并且不小于 0.4	20

10.3.4.6 受压铸件修补

受压铸铁件不应当采用焊补的方法进行修理。

10.3.5 使用管理

(1) 铸铁锅炉水质应当符合锅炉相关标准的要求；铸铝锅炉宜采用中性或者接近中性水质；

(2) 定期检验时的水压试验，按照制造过程中水压试验的要求执行。

10.4 D 级锅炉

10.4.1 基本要求

(1) 热水锅炉的受压元(部)件可以采用铝、铜合金以及不锈钢材料,管子可以采用焊接管,材料选用应当符合相关标准的规定;其他锅炉用材料应当满足本规程第 2 章的规定;

(2) 热水锅炉的锅筒(壳)、炉胆与相连接的封头(管板)可以采用插入式全焊透的 T 型连接结构;

(3) 蒸汽锅炉的水容积应当经过计算,并且在设计图样上标明锅炉设计正常水位时的水容积;

(4) 锅筒(壳)、炉胆(顶)、封头(管板)、下脚圈的取用壁厚应当不小于 3mm;铝制锅炉锅筒(壳)或者炉胆的取用壁厚应当不小于 3.5mm;锅炉焊缝减弱系数取 $\phi=0.8$;

(5) 不允许对 D 级锅炉进行改造

10.4.2 制造

(1) 锅炉制造过程中可以不做产品焊接试件;

(2) 制造监督检验,可以采取以批代台方式(注 10-1)进行;

(3) 热水锅炉和额定工作压力小于 0.2MPa 的蒸汽锅炉,在锅炉制造单位保证焊缝质量的前提下,可以不进行无损检测;

(4) 锅炉制造单位应当在锅炉显著位置标注“禁止超压、缺水运行”的安全警示;蒸汽锅炉铭牌上标明“设计年限不超过 8 年”;

(5) 锅炉制造单位应当告知使用单位使用安全注意事项与应急处置办法,并且对锅炉安全使用情况进行定期回访、检查,指导使用单位确保锅炉安全运行

注 10-1:以批代台参照《固定式压力容器安全技术监察规程》中简单压力容器的监检方法执行。

10.4.3 安全附件和仪表

10.4.3.1 蒸汽锅炉安全附件和仪表要求

(1) 锅炉本体上至少装设 2 个安全阀,安全阀的排放量按照本规程第 5 章的要求进行计算,流道直径应当大于或者等于 10mm;

(2) 锅炉至少装设 1 个压力表和水位计;

(3) 锅炉应当装设超压、低水位报警或者联锁保护装置,并且定期维护,确保灵敏、可靠。

10.4.3.2 排污管与排污阀连接

锅炉排污管与排污阀可以采用螺纹连接。

10.4.4 安装

(1) 锅炉不需要进行安装告知,并且不实施安装监督检验;

(2) 锅炉安装工作由制造单位或者其授权的单位负责，制造单位或者其授权的安装单位和使用单位双方代表书面验收认可后，方可运行；

(3) 锅炉制造单位或者其授权的安装单位应当对作业人员进行操作、安全管理和应急处置培训，培训合格后出具书面证明。

10.4.5 使用管理

(1) 锅炉不需要办理使用登记；不实行定期检验；锅炉的作业人员不需取得《特种设备作业人员证》，但是应当根据本规程 10.4.4 的规定经过培训；

(2) 锅炉使用单位应当定期检查锅炉安全状况，及时发现并消除安全隐患，确保锅炉安全运行。

11 附 则

11.1 本规程由国家市场监督管理总局负责解释。

11.2 本规程自 2021 年 6 月 1 日起施行。《锅炉安全技术监察规程》(TSG G0001—2012)、《锅炉设计文件鉴定管理规则》(TSG C'001—2004)、《燃油(气)燃烧器安全技术规则》(TSG ZB001—2008)、《燃油(气)燃烧器型式试验规则》(TSG ZB002—2008)、《锅炉化学清洗规则》(TSG G5003—2008)、《锅炉水(介)质处理监督管理规则》(TSG G5001—2010)、《锅炉水(介)质处理检验规则》(TSG G5002—2010)、《锅炉监督检验规则》(TSG G7001—2015)、《锅炉定期检验规则》(TSG G7002—2015)同时废止。

本规程实施之前发布的其他相关文件和规定，其要求与本规程不一致的，以本规程为准。

附件 A

锅炉用材料的选用

A1 锅炉用钢板材料

锅炉用钢板材料见表 A-1。

表 A-1 锅炉用钢板材料

牌 号	标准编号	适 用 范 围	
		工作压力 (MPa)	壁温 (°C)
Q235B Q235C Q235D	GB/T 3274	≤ 1.6	≤ 300
15, 20	GB/T 711		≤ 350
Q245R	GB/T 713	≤ 5.3 (注 A-2)	≤ 430
Q345R	GB/T 713		≤ 430
15CrMoR	GB/T 713	不限	≤ 520
12Cr2Mo1R	GB/T 713	不限	≤ 575
12Cr1MoVR	GB/T 713	不限	≤ 565
13MnNiMoR	GB/T 713	不限	≤ 400

注 A-1：表 A-1 所列材料对应的标准名称为 GB/T 3274《碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带》、GB/T 711《优质碳素结构钢热轧钢板和钢带》、GB/T 713《锅炉和压力容器用钢板》。

注 A-2：制造不受辐射热的锅筒(壳)时，工作压力不受限制。

注 A-3：GB/T 713 中所列的其他材料用作锅炉钢板时，其选用可以参照 GB/T 150《压力容器》的相关规定执行。

A2 锅炉用钢管材料

锅炉用钢管材料见表 A-2。

表 A-2 锅炉用钢管材料

牌 号	标准编号	适 用 范 围		
		用途	工作压力 (MPa)	壁温 (°C) (注 A-5)
Q235B	GB/T 3091	热水管道	≤ 1.6	≤ 100
L210	GB/T 9711	热水管道	≤ 2.5	—

表 A-2(续)

牌 号	标准编号	适 用 范 围		
		用途	工作压力 (MPa)	壁温(℃) (注 A-5)
10, 20	GB/T 8163	受热面管子	≤ 1.6	≤ 350
		集箱、管道		≤ 350
	GB/T 3087	受热面管子	≤ 5.3	≤ 460
		集箱、管道		≤ 430
09CrCuSb	NB/T 47019	受热面管子	不限	≤ 300
20G	GB/T 5310	受热面管子	不限	≤ 460
		集箱、管道		≤ 430
20MnG, 25MnG	GB/T 5310	受热面管子	不限	≤ 460
		集箱、管道		≤ 430
15Ni1MnMoNbCu	GB/T 5310	集箱、管道	不限	≤ 450
15MoG, 20MoG	GB/T 5310	受热面管子	不限	≤ 480
12CrMoG, 15CrMoG	GB/T 5310	受热面管子	不限	≤ 560
		集箱、管道	不限	≤ 550
12Cr1MoVG	GB/T 5310	受热面管子	不限	≤ 580
		集箱、管道	不限	≤ 565
12Cr2MoG	GB/T 5310	受热面管子	不限	$\leq 600^*$
	GB/T 5310	集箱、管道	不限	≤ 575
12Cr2MoWVTiB	GB/T 5310	受热面管子	不限	$\leq 600^*$
12Cr3MoVSiTiB	GB/T 5310	受热面管子	不限	$\leq 600^*$
07Cr2MoW2VNbB	GB/T 5310	受热面管子	不限	$\leq 600^*$
10Cr9Mo1VNbN	GB/T 5310	受热面管子	不限	$\leq 650^*$
	GB/T 5310	集箱、管道	不限	≤ 620
10Cr9MoW2VNbBN	GB/T 5310	受热面管子	不限	$\leq 650^*$
	GB/T 5310	集箱、管道	不限	≤ 630
07Cr19Ni10	GB/T 5310	受热面管子	不限	$\leq 670^*$
10Cr18Ni9NbCu3BN	GB/T 5310	受热面管子	不限	$\leq 705^*$
07Cr25Ni21NbN	GB/T 5310	受热面管子	不限	$\leq 730^*$
07Cr19Ni11Ti	GB/T 5310	受热面管子	不限	$\leq 670^*$
07Cr18Ni11Nb	GB/T 5310	受热面管子	不限	$\leq 670^*$
08Cr18Ni11NbFG	GB/T 5310	受热面管子	不限	$\leq 700^*$

注 A-4: 表 A-2 所列材料对应的标准名称为 GB/T 3091《低压流体输送用焊接钢管》、GB/T 9711《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》、GB/T 8163《输送流体用无缝钢管》、GB/T 3087

《低中压锅炉用无缝钢管》、NB/T 47019《锅炉、热交换器用管订货技术条件》、GB/T 5310《高压锅炉用无缝钢管》。

注 A-5:

- (1) “*”处壁温指烟气侧管子外壁温度，其他壁温指锅炉的计算壁温；
- (2) 超临界及以上锅炉受热面管子设计选材时，应当充分考虑内壁蒸汽氧化腐蚀

A3 锅炉用锻件材料

锅炉用锻件材料见表 A-3

表 A-3 锅炉用锻件材料

牌 号	标准编号	适 用 范 围	
		工作压力(MPa)	壁温(℃)
20	NB/T 47008	≤5.3(注 A-6)	≤430
25	GB/T 699		≤430
16Mn	NB/T 47008	不限	≤430
12CrMo			≤550
15CrMo			≤550
14Cr1Mo			≤550
12Cr2Mo1			≤575
12Cr1MoV			≤565
10Cr9Mo1VNbN			≤620
06Cr19Ni10	NB/T 47010		≤670
07Cr19Ni11Ti			≤670

注 A-6: 表 A-3 所列材料对应的标准名称为 GB/T 699《优质碳素结构钢》、NB/T 47008《承压设备用碳素钢和合金钢锻件》、NB/T 47010《承压设备用不锈钢和耐热钢锻件》。

注 A-7: 不与火焰接触锻件，工作压力不限

注 A-8: 对于工作压力小于或者等于 2.5MPa、壁温小于或者等于 350℃的锅炉锻件，可以采用 Q235 进行制作

注 A-9: 表 A-3 未列入的 NB/T 47008《承压设备用碳素钢和合金钢锻件》材料用作锅炉锻件时，其适用范围的选用可以参照 GB/T 150 的相关规定执行

A4 锅炉用铸钢件材料

锅炉用铸钢件材料见表 A-4

表 A-4 锅炉用铸钢件材料

牌 号	标准编号	适 用 范 围	
		工作压力(MPa)	壁温(℃)
ZG200-400	JB/T 9625	≤5.3	≤430
ZG230-450		不限	≤430
ZG20CrMo			≤510
ZG20CrMoV			≤540
ZG15Cr1Mo1V			≤570

注 A-10：表 A-4 所列材料对应的标准名称为 JB/T 9625《锅炉管道附件承压铸钢件 技术条件》。

A5 锅炉用铸铁件材料

锅炉用铸铁件材料见表 A-5。

表 A-5 锅炉用铸铁件材料

牌 号	标准编号	适 用 范 围		
		附件公称通径 DN(mm)	工作压力(MPa)	壁温(℃)
不低于 HT150 灰铸铁	GB/T 9439	≤300	≤0.8	< 230
	JB/T 2637	≤200	≤1.6	
KTH300-06	GB/T 9440	≤100	≤1.6	< 300
KTH330-08				
KTH350-10				
KTH370-12				
QT400-18	GB/T 1348	≤150	≤1.6	< 300
QT450-10	JB/T 2637	≤100	≤2.4	

注 A-11：表 A-5 所列材料对应的标准名称为 GB/T 9439《灰铸铁件》、JB/T 2637《锅炉承压灰铸铁件 技术条件》、GB/T 9440《可锻铸铁件》、GB/T 1348《球墨铸铁件》、JB/T 2637《锅炉承压球墨铸铁件 技术条件》。

A6 锅炉用紧固件材料

锅炉用紧固件材料见表 A-6。

表 A-6 紧固件材料

牌 号	标准编号	适 用 范 围	
		工作压力(MPa)	使用温度(℃)
Q235B、Q235C、Q235D	GB/T 700	≤1.6	≤350
20、25	GB/T 699	不限	≤350
35			≤420
40Cr	GB/T 3077		≤450
30CrMo			≤500
35CrMoA	DL/T 439		≤500
25Cr2MoVA			≤510
25Cr2Mo1VA			≤550
20Cr1Mo1VNbTiB			≤570
20Cr1Mo1VTiB			≤570
20Cr13、30Cr13	GB/T 1220		≤450
12Cr18Ni9			≤610
06Cr19Ni10	GB/T 1221		≤610

注 A-12：表 A-6 所列材料对应的标准名称为 GB/T 700《碳素结构钢》、GB/T 699《优质碳素结构钢》、GB/T 3077《合金结构钢》、DL/T 439《火力发电厂高温紧固件技术导则》、GB/T 1220《不锈钢棒》、GB/T 1221《耐热钢棒》。

注 A-13：表 A-6 未列入的 GB/T 150 中所列碳素钢和合金钢螺柱、螺母等材料用作锅炉紧固件时，其适用范围还可参照 GB/T 150 的相关规定执行。

A7 锅炉拉撑件材料

锅炉拉撑板应当选用锅炉用钢板材料。锅炉拉撑杆材料的选用应当符合 YB/T 4155《标准件用碳素钢热轧圆钢及盘条》和 GB/T 699《优质碳素结构钢》的要求。

A8 焊接材料

焊接材料的选用应当符合 NB/T 47018《承压设备用焊接材料订货技术条件》的要求。

附件 B

锅炉产品合格证

编号：

制造单位名称			
产品制造地址			
统一社会信用 (组织机构)代码		制造许可证编号	
制造许可级别		产品名称	
产品型号		产品编号	
设备代码		设备级别	
制造日期： 年 月			
本产品在生产过程中经过质量检验，符合《锅炉安全技术规程》及其设计图样、相应技术标准和订货合同的要求 检验责任工程师(签章)： 日期： 质量保证工程师(签章)： 日期： (产品质量检验专用章) 年 月 日			

注：本合格证包括所附的锅炉产品数据表，制造单位应当按照特种设备信息化的要求，将其信息输入特种设备的设备数据库。

附表 b

锅炉产品数据表

编号：

设备类别				产品名称				
产品型号				产品编号				
设备代码				设备级别				
设计文件鉴定	设计文件鉴定日期				鉴定报告编号			
	鉴定机构名称							
主要参数	额定蒸发量(热功率)		t/h(MW)		额定工作压力		MPa	
	额定工作温度		℃		设计热效率		%	
	给水温度		℃		额定流量(油)/回水(油)温度		/ ℃	
	整装锅炉本体液压试验介质/压力		/ MPa		有机热载体锅炉气密试验介质/压力		/ MPa	
	再热器进/出口温度		/ ℃		再热器进/出口压力		/ MPa	
	燃烧方式				燃料(或者热源)种类			
主要受压元件	材料	壁厚 (mm)	无损检测		热处理		水(耐)压试验	
			方法	比例%	温度 (℃)	时间 (h)	介质	压力 (MPa)
安全阀数据								
型号		规格		数量		制造单位名称		
制造监检情况	监检机构							
	机构组织代码				机构核准证编号			

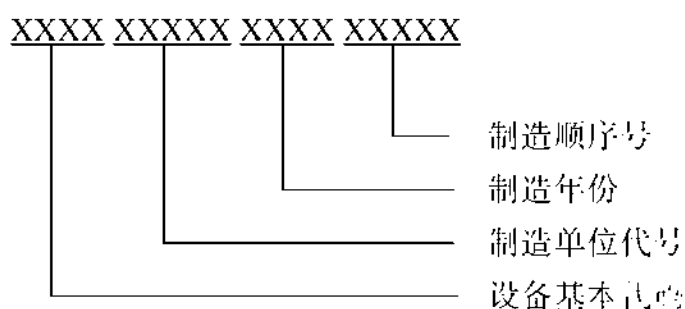
注：本表的具体项目可以根据锅炉类别(承压蒸汽锅炉、承压热水锅炉、有机热载体锅炉、锅炉部件)编制；主要受压元件，填写锅筒(锅壳)、过热器出口集箱、启动(汽水)分离器及储水箱，其他有关数据应当在产品出厂资料其他要求的内容中提供；燃烧方式填写层燃、室燃、流化床、其他；燃料(或者热源)种类填写油、气、煤、水煤浆、生物质、电、余热、其他。

附件 C

特种设备代码编号方法

C1 编号基本方法

设备代码为设备的代号，必须具有其唯一性，由设备基本代码、制造单位代号、制造年份、制造顺序号组成，中间不空格。



C2 编号含义

C2.1 设备基本代码

按照特种设备目录中品种的设备代码(4 位阿拉伯数字)编写。如承压蒸汽锅炉为“1100”、承压热水锅炉为“1200”、有机热载体锅炉为“1300”等。

C2.2 制造单位代号

由制造许可证发证机关所在地的行政区域代码(2 位阿拉伯数字)和制造单位制造许可证编号中的单位顺序号(3 位阿拉伯数字)组成。如黑龙江某一锅炉制造单位，由国家市场监督管理总局负责审批，其制造许可证编号为“TS2110890—2012”，其中国家市场监督管理总局行政区域代码用 10 表示，单位顺序号为 890，则制造单位代号为“10890”；如由黑龙江省特种设备安全监督管理部门负责审批，其制造许可证编号为“TS2123010—2012”，其中黑龙江行政区域代码用 23 表示，单位顺序号为 10，则制造单位代号为“23010”。

C2.3 制造年份

制造产品制造的年份(4 位阿拉伯数字)，如 2019 年制造的则为“2019”。

C2.4 制造顺序号

制造单位自行编排的产品顺序号(5 位阿拉伯数字)。如 2019 年制造的某一品种的锅炉的产品制造顺序号为 89, 则编为“00089”。

如果制造顺序号超过 99999, 可用拼音字母代替。如制造产品的某一品种的锅炉的产品制造顺序号为 100000 或者 110000, 则制造顺序号为 A0000 或者 B0000, 依此类推。

附件 D

液(气)体燃料燃烧器型式试验型号覆盖原则

同一系列中同一功率等级不同型号的液(气)体燃料燃烧器型式试验覆盖原则如下。

D1 同一系列

液(气)体燃料燃烧器同一系列,应当同时满足以下条件:

- (1)燃料种类相同;
- (2)燃烧器结构相似;
- (3)液体燃烧器雾化方式相同,或者气体燃烧器燃气、空气混合方式相同;
- (4)控制方式相同。

D2 功率等级划分

燃烧器功率等级按照燃烧器额定输出热功率(Q_c)共划分为 18 个等级,见表 D-1。

表 D-1 燃烧器功率等级划分表

功率等级	额定输出热功率(Q_c)范围	功率等级	额定输出热功率(Q_c)范围
1	$Q_c \leq 100\text{kW}$	10	$2500\text{kW} < Q_c \leq 3200\text{kW}$
2	$100\text{kW} < Q_c \leq 200\text{kW}$	11	$3200\text{kW} < Q_c \leq 4000\text{kW}$
3	$200\text{kW} < Q_c \leq 300\text{kW}$	12	$4000\text{kW} < Q_c \leq 4500\text{kW}$
4	$300\text{kW} < Q_c \leq 400\text{kW}$	13	$4500\text{kW} < Q_c \leq 6300\text{kW}$
5	$400\text{kW} < Q_c \leq 600\text{kW}$	14	$6300\text{kW} < Q_c \leq 7800\text{kW}$
6	$600\text{kW} < Q_c \leq 800\text{kW}$	15	$7800\text{kW} < Q_c \leq 12000\text{kW}$
7	$800\text{kW} < Q_c \leq 1200\text{kW}$	16	$12000\text{kW} < Q_c \leq 16000\text{kW}$
8	$1200\text{kW} < Q_c \leq 1600\text{kW}$	17	$16000\text{kW} < Q_c \leq 24000\text{kW}$
9	$1600\text{kW} < Q_c \leq 2500\text{kW}$	18	$Q_c > 24000\text{kW}$

D3 其他要求

对于被覆盖的燃烧器型号，燃烧器制造单位应当向型式试验机构提供该型号燃烧器书面的产品安全性能声明资料。型式试验机构对该声明资料及出厂技术文件等资料核查后，在已通过型式试验型号燃烧器的型式试验证书与报告中注明其可覆盖的燃烧器型号。

附件 E

锅炉制造监督检验项目

E1 制造单位基本情况检查

- (1)制造许可证(A类);
- (2)相关责任人员配置以及受压元件焊接人员和无损检测人员的持证情况(C类);
- (3)合格受委托方和供方名单以及与锅炉产品制造相关的其他资源条件(C类);
- (4)每年至少对受检单位的质量管理体系运转情况和资源条件变化情况进行一次检查(B类)。

E2 设计文件、工艺文件核查

- (1)设计文件鉴定资料以及相关设计变更资料(A类);
- (2)锅炉产品质量(检验)计划(C类);
- (3)焊接工艺评定资料、焊接工艺文件、热处理工艺文件、胀接工艺文件、检测工艺文件、水(耐)压试验方案以及监检人员认为应当核查的其他工艺文件等(C类)。

E3 锅炉产品制造过程监督抽查

E3.1 锅炉部件通用要求

- (1)主要受压元件材料及其焊接材料质量证明(A类);
- (2)材料验收资料、主要受压元件材料代用资料、合金钢材料化学成分光谱分析记录(C类);
- (3)材料标记移植的可追溯性(B类);
- (4)工艺执行情况(B类);
- (5)焊工施焊记录(C类);
- (6)焊工代号钢印、焊接接头外观质量(B类);
- (7)焊接材料的管理情况(B类);
- (8)热处理记录或者报告、焊接接头的无损检测报告(C类)。

E3.2 锅炉部件专项要求

E3.2.1 锅筒(壳)、启动(汽水)分离器及储水箱、炉胆、封头(管板)、回燃室、冲天管、下脚圈、拉撑件(管、板、杆)

- (1)焊缝的布置、坡口加工情况(B类);
- (2)焊接试件数量、制作方法(B类);
- (3)焊接试样试验报告(A类);
- (4)几何尺寸〔锅筒(壳)筒体最大内径与最小内径差、棱角度、直线度、对接偏差、开孔位置等〕、管孔开孔尺寸以及表面质量(B类);
- (5)内部装置安装记录(C类);
- (6)射线底片的质量、缺陷评定或者数字式可记录超声检测记录、缺陷评定,至少抽查无损检测数量的30%(包括每种无损检测方法),应当包括焊缝交叉部位、可疑部位以及返修部位(C类);
- (7)需要进行水压试验的,现场监督水压试验(A类);

E3.2.2 集箱(含分汽缸)

- (1)焊接试件数量、制作方法(B类);
- (2)焊接试样试验报告(A类);
- (3)管孔开孔尺寸以及表面质量(B类);
- (4)射线底片的质量、缺陷评定或者数字式可记录超声检测记录、缺陷评定,A级锅炉至少抽查无损检测数量的20%(包括每种无损检测方法),B级及以下锅炉至少抽查无损检测数量的30%(包括每种无损检测方法),应当包括焊缝交叉部位、可疑部位以及返修部位(C类);
- (5)现场监督水压试验,数量不少于30%(A类);
- (6)集箱水压试验记录(C类);

E3.2.3 受热面管

- (1)几何尺寸以及外观质量(B类);
- (2)射线底片的质量、缺陷评定(采用工业射线数字成像检测时,核查检测记录)或数字式可记录超声检测记录、缺陷评定,至少抽查无损检测数量的20%(包括每种无损检测方法),应当包括可疑部位以及返修部位(C类);
- (3)受热面管子通球记录(C类);
- (4)需要进行水压试验的,核查水压试验记录(C类);

E3.2.4 减温器、汽-汽热交换器

- (1)内部装置的装配(B类);
- (2)减温器和汽-汽热交换器筒体的监督检验项目参照E3.2.1的要求进行;
- (3)面式减温器和汽-汽热交换器内部管子的监督检验项目参照E3.2.3的要求

进行。

E3.2.5 锅炉范围内管道、主要连接管道

(1) 几何尺寸以及表面质量(B类)；

(2) 射线底片的质量、缺陷评定或数字式可记录超声检测记录、缺陷评定，至少抽查无损检测数量的20%(包括每种无损检测方法)，应当包括可疑部位以及返修部位(C类)；

E3.2.6 铸铁锅炉、铸铝锅炉特殊要求

铸铁锅炉、铸铝锅炉除以上项目外，还应包括以下特殊项目：

(1) 冷态爆破验证试验报告、整体验证性水压试验报告以及设计文件鉴定机构出具的现场见证文件(C类)；

(2) 铸造过程记录(分包时除外)、受压铸件检查记录、受压铸件力学性能检验报告(C类)；

(3) 锅片外观质量以及壁厚(B类)；

(4) 锅片以及其他受压铸件的水压试验(B类)；

(5) 锅片以及其他受压铸件的水压试验记录(C类)。

E3.3 整体水(耐)压试验

现场监督整装出厂锅炉的整体水(耐)压试验(A类)。

E3.4 安全附件和仪表

核查安全附件和仪表装箱清单(C类)。

E3.5 出厂资料

(1) 锅炉出厂资料、液(气)体燃料燃烧器产品型式试验合格证书(安装现场进行型式试验的，可以在安装现场型式试验后提供)(C类)；

(2) 相关安全技术规范要求的锅炉定型产品能效测试报告(A类)。

E3.6 锅炉铭牌

核查锅炉铭牌内容的完整性(A类)。

E4 进口锅炉产品特殊要求

对于进口锅炉产品，如果未进行制造监督检验，在产品到岸后应当进行以下项目检验。

E4.1 锅炉制造单位资质

核查锅炉制造许可证。

E4.2 设计文件

核查设计文件鉴定资料以及相关设计变更资料、设计采用的安全技术规范及其相关标准。

E4.3 出厂资料

按 E3.5 的要求，核查出厂资料。

E4.4 现场确认或者检查的项目

参照 E3.1、E3.2 的要求核查相关技术资料，并且根据核查情况确定需要补充现场确认或者现场检查的项目。以下项目应当进行现场确认或检查：

- (1) 主要受压元件的厚度测量；
- (2) 结构、外观及几何尺寸检查；
- (3) 主要受压元件标志移植情况确认(条件允许时)；
- (4) 无损检测检查(条件允许时)；
- (5) 安全附件及仪表检查(条件允许时)；
- (6) 相关技术资料核查有怀疑的检验项目；
- (7) 铭牌的内容以及是否采用中文和国际单位制。

附件 F

锅炉安装监督检验项目

F1 安装单位基本情况检查

F1.1 安装单位资源条件

- (1) 锅炉安装许可证(A类)；
- (2) 相关责任人员配置以及受压元件焊接人员和无损检测人员的持证情况(C类)；
- (3) 合格受委托方和供方名单以及与锅炉安装相关的其他资源条件(C类)。

F1.2 出厂资料 and 文件

- (1) 锅炉出厂资料、制造监督检验证书,对于移装锅炉,还应当核查移装前内部检验报告和锅炉使用登记机关的过户变更证明文件(A类)；
- (2) 安全附件和仪表质量证明文件(C类)；
- (3) 液(气)体燃料燃烧器型式试验合格证书(C类)；
- (4) 有机热载体产品检验报告(C类)；
- (5) 相关安全技术规范要求的锅壳定型产品能效测试报告(A类)。

F2 设计文件、工艺文件检查(C类)

- (1) 核查相关设计变更资料；
- (2) 安装施工组织设计(方案)；
- (3) 焊接工艺评定资料、焊接工艺文件、热处理工艺文件、检测工艺文件、水(耐)压试验方案、调试和试运行工艺文件以及监检人员认为应当核查的其他工艺文件等

F3 整装锅炉安装过程监督抽查

F3.1 锅炉基础

- 锅炉基础验收资料、锅炉就位后本体水平度检查记录、可分式省煤器安装记录(C类)

F3.2 主蒸汽管道、主出水管道和给水管道

- (1)质量证明文件(C类);
- (2)无损检测报告、全部安装焊接接头射线底片的质量、缺陷评定或者数字式可记录超声检测记录、缺陷评定(C类);
- (3)管道支吊架、膨胀节、阀门、法兰等的安装质量(B类)。

F3.3 热水锅炉及系统

热水锅炉的集(排)气装置、补给水装置、循环水泵、除污器、定压装置、循环水的膨胀装置的装设和防水击措施等(B类)。

F3.4 有机热载体锅炉及系统

有机热载体锅炉的循环泵、膨胀罐、储存罐、排气阀、冷却装置等的装设(B类)。

F3.5 水(耐)压试验

水(耐)压试验,包括检查水(耐)压试验条件以及安全防护情况,核查试验用水水质分析报告(C级及以下锅炉除外),现场监督水(耐)压试验,检查升(降)压速度、试验压力、保压时间,检查在工作压力下受压元件表面、焊缝、胀口、人孔、手孔、密封等处的状况以及泄压后的状况(A类)。

F3.6 锅炉水处理

锅炉水处理设备设置、安装调试和加药记录、水汽(介质)质量检验记录(B类)。

F3.7 锅炉调试、试运行及验收

烘炉及煮炉记录、锅炉及安全附件和仪表调试、试运行记录或者报告(C类)。

F3.8 试运行后的检查

锅炉试运行正常后参照锅炉外部检验的要求对锅炉进行检查(B类)。

F3.9 锅炉环保

相关安全技术规范要求的锅炉大气污染物排放测试报告(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,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测试报告)或者与生态环境主管部门联网的自动监测数据(C类)。锅炉大气污染物排放不符合要求的,监检机构不得出具结论为合格的锅炉安装监督检验报告及证书。

F3.10 竣工资料

核查锅炉安装竣工资料的完整性和有效性(C类)。

F3.11 发现问题的处理(C类)

- (1)受检单位在发现不符合项时的处理情况;
- (2)监检人员提出问题的处理及反馈情况。

F4 散装锅炉安装过程监督抽查

F4.1 锅炉基础

锅炉基础沉降定期观测记录(C类)

F4.2 锅炉钢结构(C类)

- (1)锅炉钢结构质量证明文件、高强螺栓复验资料以及安装记录;
- (2)锅炉钢结构现场施焊记录、无损检测报告;
- (3)锅炉大板梁挠度测量记录、钢结构安装验收资料。

F4.3 受压部件通用要求

- (1)受压元件及焊接材料质量证明文件(C类);
- (2)受压元件及焊接材料的管理(B类);
- (3)部件外观质量以及现场坡口加工质量(B类);
- (4)焊接施工过程中焊接工艺执行情况(B类);
- (5)施焊记录、热处理记录(C类);
- (6)安装焊接接头外观质量(B类);
- (7)安装焊接接头无损检测报告、合金钢材质安装焊接接头化学成分光谱分析记录、高合金钢材质安装焊接接头金相检测报告(C类)。

F4.4 受压部件专项要求

F4.4.1 锅筒、启动(汽水)分离器及储水箱、集箱类部件(含减温器、分汽缸)

- (1)内部装置现场安装记录(锅筒)、内部清理记录、安装就位记录、支撑以及悬吊装置安装记录、支座预留膨胀间隙测量记录、膨胀指示器安装记录(C类);
- (2)合金钢材质安装焊接接头化学成分光谱分析,每种材质至少抽查安装焊接接头数量的5%(B类);
- (3)安装焊接接头射线底片的质量、缺陷评定或者数字式可记录超声检测记录、缺陷评定、至少抽查无损检测数量的20%(包括每种无损检测方法)(C类);
- (4)安装焊接接头热处理后的硬度检测记录(C类);
- (5)高合金钢材质安装焊接接头的硬度检测,每种材质至少抽查安装焊接接头数量的10%(B类)

F4.4.2 受热面(包括水冷壁、对流管束、过热器、再热器、省煤器等)及其附件

(1)膜式壁拼缝用材料检查记录、受热面管的组合记录、安装记录以及管子通球记录(C类);

(2)受热面管排平整度、管子间距(B类);

(3)现场监督胀接试验,检查胀接质量(B类);

(4)胀管记录(C类);

(5)安装焊接接头射线底片的质量、缺陷评定或数字式可记录超声检测记录、缺陷评定,每种部件至少抽查无损检测数量的20%(包括每种无损检测方法)(C类);

(6)射线检测,每种合金钢材质安装焊接接头抽查比例至少为1%(B类);

(7)合金钢材质安装焊接接头化学成分光谱分析,每种材质至少抽查安装焊接接头数量的1%(B类);

(8)受热面防磨装置、定位管卡等安装位置和安装质量(B类)。

F4.4.3 锅炉范围内管道、主要连接管道

(1)管道安装记录、支吊装置安装记录、膨胀指示器安装记录及其原始数据记录(C类);

(2)射线底片的质量、缺陷评定或数字式可记录超声检测记录、缺陷评定;每种部件至少抽查无损检测数量的20%(包括每种无损检测方法)(C类);

(3)A级锅炉安装焊接接头进行无损检测,每种管道至少抽查安装焊接接头数量的1%(B类);

(4)合金钢材质安装焊接接头化学成分光谱分析,每种材质至少抽查安装焊接接头数量的1%(B类);

(5)安装焊接接头热处理后的硬度检测记录(C类);

(6)高合金钢材质安装焊接接头硬度检测,每种材质至少抽查安装焊接接头数量的10%(B类);

(7)取样、疏(放)水和排气管道的安装布置(B类)。

F4.5 蒸汽吹灰系统

(1)管道的安装、坡度设置(B类);

(2)安全阀的校验报告、合金钢部件化学成分光谱分析报告(C类)。

F4.6 锅炉本体其他装置

炉膛门、孔、密封部件以及防爆门的安装记录(C类)。

F4.7 水(耐)压试验

水(耐)压试验,包括检查水(耐)压试验条件以及安全防护情况,核查试验用水水质分析报告(C级及以下锅炉除外),现场监督水(耐)压试验,抽查升(降)压速度、试验压力、保压时间,检查在工作压力下受压元件表面、焊缝、胀口、人孔、手孔、密封等处的状况以及泄压后的状况(A类)。

F4.8 炉墙、保温及防腐

低温烘炉记录、锅炉本体以及管道保温外护层表面热态测温记录、施工质量验收记录(C类)。

F4.9 安全附件和仪表

- (1)安全阀校验报告、压力测量装置和温度测量装置的检定(校准)证书等(C类);
- (2)合金钢管子、管件和焊接接头化学成分光谱分析记录,安装焊接接头的热处理记录、无损检测记录或者报告(C类);
- (3)安全阀排汽管、疏水管的结构和走向(B类);
- (4)水位测量装置的安装位置和数量(B类);
- (5)高(低)水位报警装置、低水位联锁保护装置、超压报警及联锁保护装置、超温报警及联锁保护装置、点火程序控制和熄火保护等的功能试验记录(C类)。

F4.10 锅炉水处理

锅炉水处理设备设置、安装调试和加药记录、水汽(介质)质量检验记录(B类)。

F4.11 锅炉调试、试运行及验收

锅炉整套启动调试报告、烘炉及煮炉(化学清洗)记录,管道的冲洗和吹洗记录,安全阀整定报告,整套启动试运行阶段锅炉相关验收签证(C类)。

F4.12 锅炉环保

相关安全技术规范要求的锅炉大气污染物排放测试报告(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,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测试报告)或者与生态环境主管部门联网的自动监测数据(C类)。锅炉大气污染物排放不符合要求的,监检机构不得出具结论为合格的锅炉安装监督检验报告及证书。

F4.13 竣工资料

核查锅炉安装竣工资料的完整性和有效性(C类)

F4.14 设计变更以及发现问题的处理(C类)

- (1)施工过程中发生设计变更时的审批手续；
- (2)受检单位在发现不符合项时的处理情况；
- (3)监检人员提出问题的处理及反馈情况。

F5 组装锅炉安装过程监督抽查

组装锅炉安装过程监督抽查参照散装锅炉的有关要求进行。

附件 G

锅炉监督检验证书

锅炉制造监督检验证书

证书编号：

制造单位名称			
制造许可级别		制造许可证编号	
设备类别		设备品种(名称)	
产品型号		产品编号/批号	/
设备代码		产品总图图号	
制造日期	年 月 日		
监督检验范围说明：			
根据《中华人民共和国特种设备安全法》《特种设备安全监察条例》的规定，该产品的制造经我机构监督检验，符合《锅炉安全技术规程》规定的基本安全要求，特发此证书，并且在产品铭牌上打有如下监督检验钢印：  监督检验人员： 审核： 批准： 日期： 日期： 日期： (监督检验机构检验专用章) 年 月 日 监督检验机构核准证号：			

注 G-1：锅炉部件制造监督检验证书、进口锅炉产品监督检验证书参照编制。（本注不印制）

锅炉安装、改造和重大修理监督检验证书

证书编号：

施工单位名称			
许可级别		许可证编号	
使用单位名称			
制造单位名称			
设备类别		设备品种(名称)	
产品型号		产品编号	
设备代码		制造日期	
使用地点			
使用单位内编号		使用登记证编号	
额定蒸发量(功率)	t/h(MW)	额定出口压力	MPa
额定出口温度	℃	允许工作压力	MPa
允许工作温度	℃	水(耐)压试验压力	MPa
说明：(可附页)			
根据《中华人民共和国特种设备安全法》《特种设备安全监察条例》的规定，该锅炉的(安装、改造、重大修理)经我机构监督检验，符合《锅炉安全技术规程》规定的基本安全要求，特发此证书。 监督检验人员：_____ 审核：_____ 批准：_____ 日期：_____ 日期：_____ 日期：_____ (监督检验机构检验专用章) _____ 年 月 日 监督检验机构核准证号：_____			

附件 H

锅炉外部检验项目

H1 资料核查

首次检验的锅炉，核查以下资料；非首次检验的锅炉，重点核查新增加和有变更的部分：

- (1) 锅炉使用管理制度；
- (2) 特种设备使用登记证及作业人员证书；
- (3) 锅炉出厂资料、锅炉安装竣工资料、锅炉改造和重大修理技术资料以及监督检验证书；
- (4) 锅炉历次检验、检查、修理资料；
- (5) 有机热载体产品检验报告、液（气）体燃料燃烧器型式试验证书以及年度检查记录和定期维护保养记录；
- (6) 锅炉日常使用记录、运行故障和事故记录；
- (7) 相关安全技术规范要求的锅炉产品定型能效测试报告、定期能效测试报告以及日常节能检查记录；
- (8) 电站锅炉还应当包括运行规程、检修工艺文件，A 级高压以上电站锅炉还应当包括金属技术监督制度、热工技术监督制度、水汽质量监督制度。

H2 上次检验发现问题的整改情况

核查上次检验发现问题的整改情况。

H3 电站锅炉

H3.1 锅炉铭牌、操作空间和承重装置

- (1) 锅炉铭牌；
- (2) 零米层、运转层和控制室的出口布置及开门方向，通道、地面、沟道的畅通情况，照明设施、事故控制电源和事故照明电源以及楼梯、平台、栏杆、护板的完好情况，孔洞周围的安全防护情况，平台和楼板的载荷限量以及标高标志；
- (3) 承重结构的过热、腐蚀、承力情况；
- (4) 防火、防雷、防风、防雨、防冻、防腐等设施情况。

H3.2 管道、阀门和支吊架

- (1)管道的标志以及泄漏情况；
- (2)阀门的参数、开关方向标志、编号、重要阀门的开度指示和限位装置以及阀门的泄漏情况；
- (3)支吊架的裂纹、脱落、变形、腐蚀、焊缝开裂、卡死情况，吊架失载、过载以及吊架螺帽松动情况。

H3.3 炉墙和保温

- (1)炉墙、炉顶的开裂、破损、脱落、漏烟、漏灰和变形情况以及炉墙的振动情况；
- (2)保温的完好情况，设备和管道保温外表面温度情况；
- (3)炉膛、烟道各门孔的密封、完好情况；
- (4)耐火层的破损、脱落以及膨胀节的膨胀、变形、开裂情况。

H3.4 膨胀系统

- (1)悬吊式锅炉膨胀中心的固定情况；
- (2)锅炉膨胀指示装置的卡阻、损坏、指示情况及膨胀量记录；
- (3)锅炉各部件的膨胀情况。

H3.5 安全附件和仪表

H3.5.1 安全阀

- (1)安全阀的安装、数量、型式、规格以及安全阀上的装置；
- (2)安全阀定期排放试验记录、控制式安全阀和控制系统定期试验记录、安全阀定期校验记录或者报告；
- (3)安全阀的解列、泄漏情况，排汽、疏水的布置，消音器排汽孔的堵塞、积水、结冰情况。

H3.5.2 压力测量装置

- (1)压力表的装设及其部位、精确度、量程、表盘直径；
- (2)压力表检定或者校准记录、报告或者证书；
- (3)压力表刻度盘的高限压力指示标志；
- (4)压力表、压力取样管和阀门的损坏、泄漏情况；
- (5)同一系统内相同位置的各压力表示值的误差情况；
- (6)炉膛压力测量系统的报警和保护定值。

H3.5.3 水位测量与示控装置

- (1)直读式水位表的数量、装设、结构和远程水位测量装置的装设；
- (2)水位表的水位显示情况以及最低、最高安全水位和正常水位的标志；
- (3)就地水位表的连接、支撑、保温情况，以及疏水管的布置；
- (4)平衡容器以及汽水侧阀门的保温、泄漏情况；
- (5)电接点水位表接点的泄漏情况；
- (6)远程水位测量装置与就地水位表校对记录；
- (7)用远程水位测量装置监视锅炉水位时，其信号的独立取出情况；
- (8)冲洗记录。

H3.5.4 温度测量装置

- (1)温度测量装置的装设位置、量程；
- (2)温度测量装置校验或者校准记录、报告或者证书；
- (3)温度测量装置的运行、示值误差情况；
- (4)螺纹固定的测温元件的泄漏情况。

H3.5.5 安全保护装置

- (1)安全保护装置的设置；
- (2)联锁保护投退记录；
- (3)安全保护装置保护定值和动作试验记录；
- (4)动力源试验记录。

H3.5.6 防爆门

防爆门的完好情况以及泄放方向。

H3.5.7 排污和放水装置

排污阀与排污管的振动、渗漏情况。

H3.6 除渣设备和吹灰器

- (1)除渣设备的运行情况；
- (2)吹灰器的损坏情况、提升阀门的泄漏情况、蒸汽及疏水管道的布置。

H3.7 燃烧设备、辅助设备以及系统

- (1)燃烧设备以及系统的运转情况；
- (2)鼓风机、引风机的运转情况。

H3.8 水质处理

水处理情况及记录，超高压及以下锅炉应当取样检验水汽质量。

H4 电站锅炉以外的锅炉(注 H-1)

H4.1 锅炉铭牌、操作空间和承重装置

- (1) 锅炉铭牌;
- (2) 锅炉周围的安全通道的畅通情况、照明设施的完好情况;
- (3) 承重结构以及支吊架的裂纹、脱落、变形、腐蚀、焊缝开裂、卡死情况、吊架的失载、过载以及吊架螺帽的松动情况;
- (4) 防火、防雷、防风、防雨、防冻、防腐等设施情况。

H4.2 锅炉本体和锅炉范围内管道

- (1) 受压部件可见部位的变形、结焦、泄漏情况以及耐火砌筑的破损、脱落情况;
- (2) 除渣设备的运转情况;
- (3) 管接头可见部位、法兰、人孔、头孔、手孔、清洗孔、检查孔、观察孔、水汽取样孔的腐蚀、渗漏情况;
- (4) 阀门的参数、开关方向标志、编号、重要阀门的开度指示和限位装置以及阀门的泄漏情况;
- (5) 分汽缸的变形、泄漏以及保温脱落情况;
- (6) 膨胀指示器的完好情况以及其示值误差情况;
- (7) 锅炉燃烧的稳定情况;
- (8) 炉墙、炉顶的开裂、破损、脱落、漏烟、漏灰和变形情况以及炉墙的振动情况;
- (9) 炉墙和管道保温的变形、破损、脱落情况。

H4.3 安全附件、仪表和安全保护装置

H4.3.1 安全阀

- (1) 安全阀的安装数量、型式、规格以及安全阀上的装置;
- (2) 控制式安全阀控制系统定期试验记录、安全阀定期校验记录或者报告;
- (3) 安全阀的泄漏情况,排汽、疏水的布置情况,消音器排汽孔的堵塞、积水、结冰情况;
- (4) 在不低于 75% 的工作压力下,见证锅炉操作人员进行的手动排放试验,验证安全阀密封性以及阀芯的锈死情况。

H4.3.2 压力测量装置

- (1) 压力表的装设及其部位、精确度、量程、表盘直径;
- (2) 压力表检定或者校准记录、报告或者证书;
- (3) 压力表刻度盘的高限压力指示标志;

- (4) 压力表、压力取样管和阀门的损坏、泄漏情况；
- (5) 同一系统内相同位置的各压力表示值的误差情况；
- (6) 见证锅炉操作人员进行的压力表连接管吹洗，验证压力表连接管的畅通情况。

H4.3.3 水位测量与示控装置

- (1) 直读式水位表的数量、装设、结构和远程水位测量装置的装设；
- (2) 水位表的水位显示情况以及最低、最高安全水位和正常水位的标志；
- (3) 就地水位表的连接、支撑、保温情况，以及疏水管的布置；
- (4) 电接点水位表接点的泄漏情况；
- (5) 远程水位测量装置与就地水位表校对记录；
- (6) 见证锅炉操作人员进行的水位表吹洗，验证连接管的畅通情况。

H4.3.4 温度测量装置

- (1) 温度测量装置的装设位置、量程；
- (2) 温度测量装置校验或者校准记录、报告或者证书；
- (3) 温度测量装置的运行、示值误差情况；
- (4) 螺纹固定的测温元件的泄漏情况。

H4.3.5 安全保护装置

- (1) 高、低水位报警和低水位联锁保护装置的设置，见证功能模拟试验；
- (2) 蒸汽超压报警和联锁保护装置的设置，核查有关超压报警记录和超压联锁保护装置动作整定值，见证功能试验；
- (3) 超温报警装置和联锁保护装置的设置，见证功能试验或者核查有关超温报警记录；
- (4) 燃油、燃气、燃煤粉锅炉点火程序控制以及熄火保护装置的设置，见证熄火保护功能试验。

H4.3.6 防爆门

防爆门的完好情况以及排放方向。

H4.3.7 排污和放水装置

- (1) 排污阀与排污管的振动、渗漏情况；
- (2) 见证锅炉操作人员进行排污试验，验证排污管畅通情况以及排污时管道的振动情况。

H4.4 燃烧设备、辅助设备及系统

- (1) 燃烧设备以及系统的运转情况；
- (2) 鼓风机、引风机的运转情况。

H4.5 水(介)质处理

水处理情况及记录，超高压及以下锅炉应当取样检验水(介)质质量。

H4.6 热水锅炉特殊要求

热水锅炉的集气装置、排气阀、泄放管、排污阀(放水阀)、除污器、定压和循环水的膨胀装置、自动补给水装置、循环泵停泵联锁装置等的装设。

H4.7 有机热载体锅炉特殊要求

(1)有机热载体的酸值、运动黏度、闭口闪点、残炭、水分和低沸物馏出温度等的检验记录或者报告；

(2)有机热载体锅炉的闪蒸罐、冷凝液罐和膨胀罐等的装设；

(3)安全保护装置的装设。

注 H-1：有过热器的 A 级蒸汽锅炉，外部检验内容按照电站锅炉的要求执行。

附件 J

锅炉内部检验项目

J1 资料查阅

对于首次检验的锅炉，核查附件 H1 规定的资料；对于非首次检验的锅炉，重点核查新增加和有变更的部分。

J2 上次检验发现问题的整改情况以及遗留缺陷的情况

核查上次检验发现问题的整改情况以及遗留缺陷的变化情况。

J3 电站锅炉

J3.1 锅筒

- (1) 表面可见部位的腐蚀、结垢、裂纹情况；
- (2) 内部装置的完好情况以及汽水分离装置、给水装置和蒸汽清洗装置的脱落、开焊情况；
- (3) 下降管孔、给水管套管以及管孔、加药管孔、再循环管孔、汽水引入、引出管孔、安全阀管孔的腐蚀、冲蚀、裂纹情况；
- (4) 水位计的汽水连通管、压力表连通管、水汽取样管、加药管、连续排污管管孔的堵塞情况；
- (5) 内部预埋件焊缝表面的裂纹情况；
- (6) 人孔密封面、人孔铰链座连接焊缝的缺陷情况；
- (7) 安全阀管座、加强型管接头以及角焊缝的缺陷情况；
- (8) 锅筒与吊挂装置的接触情况，吊杆装置的受力均匀情况，支座的变形情况，预留膨胀间隙以及膨胀方向。

J3.2 水冷壁集箱

- (1) 集箱外表面的腐蚀情况、管座角焊缝表面的缺陷情况；
- (2) 水冷壁进口集箱内部的腐蚀及异物堆积情况、排污(放水)管孔的堵塞情况、水冷壁进口节流圈的脱落、堵塞、磨损情况，内部挡板的开裂、倒塌情况；
- (3) 环形集箱人孔和人孔盖密封面的缺陷情况；
- (4) 集箱与支座的接触情况，支座的变形情况，预留膨胀间隙以及膨胀方向，吊

耳与集箱连接焊缝的缺陷情况。

J3.3 水冷壁管

(1)燃烧器周围以及热负荷较高区域水冷壁管的结焦、高温腐蚀、过热、变形、磨损、鼓包情况，鳍片的烧损、开裂情况，鳍片与水冷壁管的连接焊缝的开裂、超标咬边、漏焊情况，对水冷壁管壁厚进行定点测量，割管检查内壁结垢、腐蚀情况，测量向火侧、背火侧垢量并分析垢样成分；

(2)折焰角区域水冷壁管的过热、变形、胀粗、磨损情况，水平烟道的积灰情况；

(3)顶棚水冷壁管、包墙水冷壁管的过热、胀粗、变形情况，包墙水冷壁与包墙过热器交接位置鳍片的开裂情况；

(4)凝渣管的过热、胀粗、变形、鼓包、磨损、裂纹情况；

(5)冷灰斗区域水冷壁管的碰伤、砸扁、磨损情况，水封槽上方水冷壁管的腐蚀、裂纹情况以及鳍片开裂情况；

(6)膜式水冷壁吹灰器孔、人孔、打焦孔以及观火孔周围水冷壁管的磨损、鼓包、变形、拉裂情况以及鳍片的烧损、开裂情况

(7)膜式水冷壁的变形、开裂情况，鳍片与水冷壁管的连接焊缝的开裂、超标咬边、漏焊情况；

(8)起定位、夹持作用水冷壁管的磨损情况，与膜式水冷壁连接处鳍片的裂纹情况；

(9)水冷壁固定件的变形、损坏脱落情况，水冷壁管与固定件连接焊缝的裂纹、超标咬边情况；

(10)炉膛四角、折焰角和燃烧器周围等区域膜式水冷壁的膨胀情况；

(11)液态排渣炉或者其他有卫燃带锅炉的卫燃带以及销钉的损坏情况，出渣口的析铁情况，出渣口耐火层和炉底耐火层的损坏情况；

(12)沸腾炉埋管的碰伤、砸扁、磨损和腐蚀情况，循环流化床锅炉进料口、返料口、出灰口、布风板水冷壁、翼形水冷壁、底灰冷却器水管的磨损、腐蚀情况，卫燃带上方水冷壁管及其对接焊缝、测温热电偶附近以及靠近水平烟道的水冷壁管的磨损情况。

J3.4 省煤器集箱

(1)进口集箱内部的腐蚀及异物堆积情况；

(2)集箱短管接头角焊缝表面的裂纹等缺陷情况；

(3)集箱支座与集箱的接触情况，预留膨胀间隙以及膨胀方向，吊耳与集箱连接焊缝的缺陷情况；

(4)烟道内集箱的耐磨装置的完好情况以及集箱的磨损情况。

J3.5 省煤器管

- (1)管排平整度、烟气走廊、异物、管子出列以及灰焦堆积情况；
- (2)管子和弯头以及吹灰器、阻流板、固定装置区域管子的磨损情况；
- (3)省煤器悬吊管的磨损情况，焊缝表面的裂纹等缺陷情况；
- (4)支吊架、管卡、阻流板、防磨瓦等的脱落、磨损情况，防磨瓦转向情况，与管子相连接的焊缝的开裂、脱焊情况；
- (5)低温省煤器管的低温腐蚀情况；
- (6)膜式省煤器鳍片焊缝两端的裂纹情况。

J3.6 过热器、再热器集箱和集汽集箱

- (1)集箱表面的氧化、腐蚀和变形情况；
- (2)集箱环焊缝、封头与集箱筒体对接焊缝表面的缺陷情况；
- (3)条件具备时，对出口集箱引入管孔桥部位进行超声检测；
- (4)吊耳、支座与集箱连接焊缝和管座角焊缝表面的缺陷情况；
- (5)集箱与支吊装置的接触情况，吊杆装置的牢固情况，支座的变形情况，预留膨胀间隙以及膨胀方向；
- (6)安全阀管座角焊缝以及排气、疏水、取样、充氮等管座角焊缝表面的缺陷情况；
- (7)对 9%~12% Cr 系列钢材料制造的集箱环焊缝进行表面无损检测以及超声检测抽查，抽查比例一般为 10% 并且不少于 1 条焊缝；环焊缝、热影响区和母材还应当进行硬度和金相检测抽查；同级过热器和再热器进口、出口集箱的环焊缝、热影响区和母材分别抽查不少于 1 处。

J3.7 过热器和再热器管

- (1)高温出口段管子的金相组织和胀粗情况；
- (2)管子变形、移位、碰磨、积灰和烟气走廊情况，烟气走廊区域管子的磨损情况；
- (3)过热器和再热器管的磨损、腐蚀、胀粗、鼓包、氧化、变形、碰磨、机械损伤、结焦、裂纹情况；
- (4)穿墙(顶棚)处管子的碰磨情况；
- (5)穿顶棚管子与高冠密封结构焊接的密封焊缝表面的裂纹等缺陷情况；
- (6)吹灰器附近管子的裂纹和吹损情况；
- (7)管子的膨胀情况；
- (8)管子以及管排的悬吊结构件、管卡、梳形板、阻流板、防磨瓦等的烧损、脱焊、脱落、移位、变形、磨损情况以及对管子的损伤等情况；

- (9) 氧化皮剥落堆积检查记录或者报告;
- (10) 水平烟道区域包墙过热器管鳍片的烧损、开裂情况

J3.8 减温器和汽-汽热交换器

- (1) 减温器筒体表面的氧化、腐蚀、裂纹等缺陷情况;
- (2) 减温器筒体环焊缝、封头焊缝、内套筒定位螺栓焊缝表面的裂纹等缺陷情况;
- (3) 吊耳、支座与集箱连接焊缝和管座角焊缝表面的缺陷情况;
- (4) 混合式减温器内套筒的变形、移位、裂纹、开裂、破损情况, 固定件的缺失、损坏情况, 喷水孔或者喷嘴的磨损、堵塞、裂纹、开裂、脱落情况, 筒体内壁的裂纹和腐蚀情况;
- (5) 抽芯检查面式减温器内壁和管板的裂纹和腐蚀情况;
- (6) 减温器筒体的膨胀情况;
- (7) 汽-汽热交换器套管或者套筒外壁的裂纹、腐蚀、氧化情况, 进口、出口管管座角焊缝表面的缺陷情况, 条件具备时, 抽查套筒式汽-汽热交换器套筒内壁以及芯管外壁的裂纹情况。

J3.9 启动(汽水)分离器及储水箱

- (1) 筒体表面的腐蚀、裂纹情况;
- (2) 汽水切向引入区域筒体壁厚的减薄情况;
- (3) 封头焊缝、引入和引出管座角焊缝表面的缺陷情况;
- (4) 筒体与吊挂装置的接触情况, 吊杆装置的牢固情况, 吊杆的受力情况, 支座的完好情况, 预留膨胀空间以及膨胀方向。

J3.10 锅炉范围内管道和主要连接管道

- (1) 主给水管道、主蒸汽管道、再热蒸汽管道和主要连接管道的氧化、腐蚀、皱褶、重皮、机械损伤、变形、裂纹情况, 直管段和弯头(弯管)背弧面厚度测量;
- (2) 主给水管道、主蒸汽管道、再热蒸汽管道和主要连接管道焊缝表面的缺陷情况;
- (3) 安全阀管座角焊缝以及排气、疏水、取样等管座角焊缝表面的缺陷情况;
- (4) 对蒸汽主要连接管道对接焊缝进行表面无损检测以及超声检测, 抽查比例一般为1%, 并且不少于1条焊缝; 对蒸汽主要连接管道弯头(弯管)背弧面进行表面无损检测, 抽查比例一般为弯头(弯管)数量的1%, 并且不少于1个弯头(弯管);
- (5) 对主蒸汽管道和再热蒸汽热段管道对接焊缝进行表面无损检测以及超声检测, 抽查比例一般各为10%, 并且各不少于1条焊缝; 对主蒸汽管道和再热蒸汽热

段管道弯头(弯管)背弧面进行表面无损检测,抽查比例一般各为弯头(弯管)数量的10%,并且各不少于1个弯头(弯管);

(6)对主蒸汽管道和再热蒸汽热段管道对接焊接接头和弯头(弯管)进行硬度和金相检测,抽查比例一般各为对接焊接接头数量和弯头(弯管)数量的5%,并且各不少于1点;对于9%~12%Cr钢材料制造的主蒸汽管道、再热蒸汽热段管道和蒸汽主要连接管道对接焊接接头和弯头(弯管)进行硬度和金相检测,抽查比例一般各为对接焊接接头数量和弯头(弯管)数量的10%,并且各不少于1点;

(7)对主给水管道和再热蒸汽冷段管道对接焊缝进行表面无损检测以及超声检测,一般各不少于1条焊缝;对主给水管道和再热蒸汽冷段管道弯头(弯管)背弧面进行表面无损检测,一般各不少于1个弯头(弯管);

(8)主给水管道、主蒸汽管道、再热蒸汽管道和主要连接管道支吊装置的过载、失载情况,减振器的完好情况,液压阻尼器液位情况以及渗冲情况;

(9)已安装蠕变测点的主蒸汽管道、再热蒸汽管道的蠕变测量记录。

J3.11 阀门阀体

外表面的腐蚀、裂纹、泄漏和铸(锻)造缺陷情况。

J3.12 炉墙和保温

炉顶密封结构、炉墙、保温、耐火层的完好情况。

J3.13 膨胀指示装置和主要承重部件

- (1)膨胀指示装置的指示情况;
- (2)大板梁的变形情况;
- (3)大板梁焊缝表面的缺陷情况;
- (4)承重立柱一次以及连接件的变形、损伤、腐蚀情况;
- (5)锅炉承重混凝土梁、柱的开裂以及露筋情况;
- (6)炉顶吊杆的松动、过热、氧化、腐蚀、裂纹情况。

J3.14 燃烧设备、吹灰器等附属设备

- (1)燃烧室的变形、结焦和耐火层脱落情况;
- (2)燃烧设备的烧损、变形、磨损、泄漏、卡死情况,燃烧器吊挂装置连接部位的裂纹、松脱情况;
- (3)吹灰器以及套管的减薄情况,喷头的烧损、开裂情况,吹灰器疏水管斜度布置。

J3.15 运行时间超过 5 万小时的锅炉在 J3.1~J3.14 的基础上增加的检验项目

J3.15.1 锅筒

(1) 对内表面纵、环焊缝以及热影响区进行表面无损检测，抽查比例一般为 20%，抽查部位应当尽量包括纵、环焊缝交叉部位；

(2) 对纵、环焊缝进行超声检测，纵焊缝抽查比例一般为 20%，环焊缝抽查比例一般为 10%，抽查部位应当尽量包括纵、环焊缝交叉部位；

(3) 对集中下降管、给水管管座角焊缝进行 100% 表面无损检测以及 100% 超声检测；对分散下降管管座角焊缝进行表面无损检测，抽查比例一般为 20%；

(4) 对安全阀、再循环管管座角焊缝进行 100% 表面无损检测；

(5) 对汽水引入管、引出管等管座角焊缝进行表面无损检测，抽查比例一般为 10%。

J3.15.2 省煤器管

割管或者内窥镜检查省煤器进口端管子内壁的结垢和氧腐蚀情况。

J3.15.3 过热器、再热器集箱和集汽集箱

(1) 对高温过热器、高温再热器集箱和集汽集箱环焊缝、管座角焊缝进行表面无损检测，一般每个集箱抽查不少于 1 条环焊缝，管座角焊缝抽查比例一般为 5%；

(2) 对过热器、再热器集箱以及集汽集箱吊耳和支座角焊缝进行表面无损检测，一般同级过热器、再热器集箱抽查各不少于 1 个。

J3.15.4 过热器和再热器管

对不锈钢连接的异种钢焊接接头和采用 12Cr2MoWVTiB、12Cr3MoVSiTiB、07Cr2MoW2VNbB 等材质易产生再热裂纹的焊接接头进行无损检测，抽查比例一般为 1%。

J3.15.5 减温器

对筒体的环焊缝和管座角焊缝进行表面无损检测，抽查比例一般各为 20% 并且各不少于 1 条焊缝；面式减温器还应当对不少于 50% 的芯管进行不低于 1.25 倍工作压力水压试验。

J3.15.6 启动(汽水)分离器

(1) 对纵、环焊缝以及热影响区进行表面无损检测，抽查比例一般为 20%，抽查部位应当包括所有纵、环焊缝交叉部位；

(2) 对纵、环焊缝进行超声检测，纵焊缝抽查比例一般为 20%，环焊缝抽查比例一般为 10%，抽查部位应当包括所有纵、环焊缝交叉部位；

(3) 对引入管、引出管等管座角焊缝进行表面无损检测，抽查比例一般为 10%；

(4) 内部装置的脱落、缺失情况。

J3.15.7 锅炉范围内管道和主要连接管道

(1)对主蒸汽管道、再热蒸汽热段管道对接焊缝进行表面无损检测以及超声检测,抽查比例一般各为20%,并且各不少于1条焊缝;对主蒸汽管道、再热蒸汽热段管道弯头(弯管)背弧面进行表面无损检测,抽查比例一般各为弯头(弯管)数量的20%,并且各不少于1个弯头(弯管);

(2)对蒸汽主要连接管道对接焊缝进行表面无损检测以及超声检测,抽查比例一般为10%,并且不少于1条焊缝;对蒸汽主要连接管道弯头(弯管)背弧面进行表面无损检测,抽查比例一般为弯头(弯管)数量的10%,并且不少于1个弯头(弯管);

(3)对工作温度大于或者等于450℃的主蒸汽管道、再热蒸汽管道、蒸汽主要连接管道的对接焊接接头和弯头(弯管)进行硬度和金相检测,抽查比例一般各为对接焊接接头数量和弯头(弯管)数量的5%,并且各不少于1点;

(4)对安全阀管座角焊缝进行表面无损检测,抽查比例一般为10%,并且不少于1个安全阀管座角焊缝。

J3.15.8 阀门

对工作温度大于或者等于450℃的阀门阀体进行硬度和金相检测,抽查数量各不少于1点。

J3.16 运行时间超过10万小时的锅炉在J3.15的基础上增加的检验项目

J3.16.1 水冷壁集箱

(1)对集箱封头焊缝、环形集箱对接焊缝进行表面无损检测,抽查比例一般为20%;

(2)对环形集箱人孔角焊缝、管座角焊缝进行表面无损检测,抽查比例一般为5%;

(3)条件具备时,对集箱孔桥部位进行无损检测。

J3.16.2 省煤器集箱

对集箱封头焊缝进行表面无损检测,抽查比例一般为20%并且不少于1条焊缝。

J3.16.3 过热器、再热器集箱和集汽集箱

(1)对高温过热器、高温再热器集箱和集汽集箱环焊缝、热影响区以及母材进行硬度和金相检测,一般每个集箱抽查不少于1处;

(2)条件具备时,对高温过热器、高温再热器出口集箱以及集汽集箱引入管孔桥部位进行硬度和金相检测。

J3.16.4 锅炉范围内管道和主要连接管道

(1)对工作温度大于或者等于450℃的碳钢、钼钢管道进行石墨化和珠光体球化检测;

(2) 采用中频加热工艺制造并且工作温度大于或者等于 450℃ 弯管的圆度测量记录。

J4 电站锅炉以外的锅炉(注 J-1)

J4.1 锅筒(壳)、炉胆、炉胆顶、回燃室、下脚圈、冲天管、外置式汽水分离器 and 集箱(分汽缸)

- (1) 内外表面和对接焊缝以及热影响区的裂纹情况；
- (2) 拉撑件、人孔圈、手孔圈、下降管、立式锅炉的炉门圈、冲天管、喉管、进水管等处角焊缝表面的裂纹情况；
- (3) 部件扳边区的裂纹、起槽情况；
- (4) 锅筒底部、管孔区、水位线附近、进水管与锅筒或者集箱连接处、排污管与锅筒或者集箱连接处、炉胆的内外表面、立式锅炉的下脚圈、集箱内外表面的结垢、腐蚀、磨损减薄情况；
- (5) 从锅筒内部检查水位表、压力表等的连通管的堵塞情况；
- (6) 受高温辐射和存在较大应力的部位的变形、裂纹情况；
- (7) 高温烟气区管板的泄漏、裂纹情况，管接口严密情况，胀接管口和孔桥的裂纹或者苛性脆化情况；
- (8) 受高温辐射热或者介质温度较高部位集箱的过热、胀粗、变形情况；
- (9) 锅筒(壳)、炉胆、炉胆顶、回燃室、集箱介质侧的结垢或者积炭情况。

J4.2 管子

(1) 烟管、对流管束、沸腾炉埋管、循环流化床锅炉水冷壁管、光管省煤器、吹灰口附近等受烟气高速冲刷部位和易受低温腐蚀的尾部烟道管束的腐蚀、磨损情况；

- (2) 受高温辐射热或者介质温度较高部位的管子的过热、胀粗、变形情况；
- (3) 管子表面的裂纹情况；
- (4) 管子介质侧的结垢、积炭情况

J4.3 锅炉范围内管道和主要连接管道

- (1) 管道的腐蚀、裂纹情况；
- (2) 介质温度较高部位管道的胀粗、变形情况；
- (3) 管道支吊架的松动、裂纹、脱落、变形、腐蚀情况，焊缝的开裂情况，吊架的失载、过载情况以及吊架螺帽的松动情况。

J4.4 阀门阀体

阀门型式、规格，阀体外表面的腐蚀、裂纹、泄漏、铸(锻)造缺陷情况。

J4.5 非受压部件

(1)承受锅炉载荷或者限制锅炉受压部件变形量的主要支撑件的过热、过烧、变形情况，吊耳、支座与锅筒(壳)或者集箱连接角焊缝的裂纹或者其他超标缺陷情况；

(2)燃烧设备(如燃烧器、炉排等)的烧损和变形情况，炉拱、耐火层的脱落情况，燃油、燃气锅炉的漏油、漏气情况；

(3)炉顶、炉墙的开裂、变形情况，保温层的破损情况。

注 J-1：有过热器的 A 级蒸汽锅炉，内部检验内容按照电站锅炉的要求执行

相关规章和规范历次制(修)订情况

1. 蒸汽锅炉安全规程〔劳动部(60)中劳护毛字第 102 号, 1960 年 10 月 22 日颁发, 自颁发之日起生效〕;
2. 蒸汽锅炉安全监察规程〔劳动部(65)中劳锅字第 98 号, 1965 年 10 月 12 日颁发, 自颁发之日起生效〕;
3. 蒸汽锅炉安全监察规程〔国家劳动总局(80)劳总锅字 23 号, 1980 年 7 月 11 日颁发, 1981 年 1 月 1 日起执行, 1987 年 10 月 1 日废止〕;
4. 热水锅炉安全技术监察规程〔劳动人事部劳人锅〔1983〕4 号, 1983 年 6 月 3 日颁布, 1984 年 7 月 1 日生效〕;
5. 蒸汽锅炉安全技术监察规程〔劳动人事部劳人锅〔1987〕4 号, 1987 年 2 月 17 日颁发, 1987 年 10 月 1 日起执行, 1997 年 1 月 1 日废止〕;
6. 热水锅炉安全技术监察规程〔劳动部劳锅字〔1991〕8 号, 1991 年 5 月 22 日颁布, 1992 年 1 月 1 日执行〕;
7. 有机热载体炉安全技术监察规程〔劳动部劳部发〔1993〕356 号, 1993 年 11 月 28 日印发, 1994 年 5 月 1 日实施〕;
8. 蒸汽锅炉安全技术监察规程〔劳动部劳部发〔1996〕276 号, 1996 年 8 月 19 日颁发, 1997 年 1 月 1 日起执行〕;
9. 热水锅炉安全技术监察规程〔劳动部劳部发〔1997〕74 号, 1997 年 2 月 14 日印发, 对 1992 年版有关章节的修订〕;
10. 小型和常压热水锅炉安全监察规定(国家质量技术监督局令 2000 年第 11 号);
11. 《锅炉安全技术监察规程》(TSG G0001—2012, 原国家质检总局, 国家质检总局公告 2012 年第 162 号, 2012 年 10 月 23 日颁布, 2013 年 6 月 1 日实施);
“《锅炉安全技术监察规程》(TSG G0001—2012)第 1 号修改单”(原国家质检总局, 国家质检总局公告 2017 年第 4 号, 2017 年 1 月 16 日颁布, 2017 年 6 月 1 日实施);
12. 《锅炉监督检验规则》(TSG G7001—2015, 原国家质检总局, 国家质检总局公告 2015 年第 82 号, 2015 年 7 月 7 日颁布, 2015 年 10 月 1 日实施);
13. 《锅炉定期检验规则》(TSG G7002—2015, 原国家质检总局, 国家质检总局公告 2015 年第 82 号, 2015 年 7 月 7 日颁布, 2015 年 10 月 1 日实施);
14. 《锅炉设计文件鉴定管理规则》(TSG G1001—2004, 原国家质检总局, 国家质检总局公告 2004 年第 79 号, 2004 年 6 月 28 日颁布, 2005 年 1 月 1 日实施);

15.《燃油(气)燃烧器安全技术规则》(TSG ZB001—2008,原国家质检总局,国家质检总局公告 2008 年第 4 号,2008 年 1 月 8 日颁布,2008 年 4 月 30 日实施);

“《燃油(气)燃烧器安全技术规则》(TSG ZB001—2008)第 1 号修改单”(原国家质检总局,国家质检总局公告 2011 年第 140 号附件 1,2011 年 9 月 23 日颁布,2012 年 2 月 1 日实施);

16.《燃油(气)燃烧器型式试验规则》(TSG ZB002—2008,原国家质检总局,国家质检总局公告 2008 年第 4 号,2008 年 1 月 8 日国家质检总局颁布,2008 年 4 月 30 日实施);

“《燃油(气)燃烧器型式试验规则》(TSG ZB002—2008)第 1 号修改单”(原国家质检总局,国家质检总局公告 2011 年第 140 号附件 2,2011 年 9 月 23 日颁布,2012 年 2 月 1 日实施);

17.《锅炉化学清洗规则》(TSG G5003—2008,原国家质检总局,国家质检总局公告 2008 年第 90 号,2008 年 8 月 7 日颁布,2008 年 12 月 1 日实施);

“《锅炉化学清洗规则》(TSG G5003—2008)第 1 号修改单”(原国家质检总局,国家质检总局公告 2010 年第 127 号附件 2,2010 年 11 月 5 日公告,2011 年 2 月 1 日实施);

18.《锅炉水(介)质处理监督管理规则》(TSG G5001—2010,原国家质检总局,国家质检总局公告 2010 年第 126 号,2010 年 11 月 4 日颁布,2011 年 2 月 1 日实施);

19.《锅炉水(介)质处理检验规则》(TSG G5002—2010,原国家质检总局,国家质检总局公告 2010 年第 126 号,2010 年 11 月 4 日颁布,2011 年 2 月 1 日实施)。