



给水：送进锅炉的水。主要由汽轮机的凝结水、补给水、生产返回水和各种热力设备的疏水等组成。

锅水：指在锅炉本体的蒸发系统中流动着受热沸腾而产生蒸汽的水。

GB1576-2008 《工业锅炉水质》

2009. 3. 23



《工业锅炉水质》

一、修订概况

《工业锅炉水质》标准是根据国家标准化管理委员会 2006 年的国家标准修订计划（项目计划编号：20064862-T-469），对 GB1576-2001《工业锅炉水质》进行的修订。

1、修订原则

工业锅炉水质标准修订遵循以下原则：

(1) 规范性

按 GB/T1.1-2000《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》和 GB/T1.2-2002《标准化工作导则 第2部分：标准中规范性技术要素内容的确定方法》的要求进行修订。

(2) 连续性

GB1576 自 1979 年颁布以来，经历了 1985 年、1996 年和 2001 年三次修订，是一个比较成熟的标准，具有较好的适用性。近三十多年的实践证明，该标准为确保我国工业锅炉安全运行发挥了很大的作用。鉴于此，凡是实践证明符合我国国情，且能确保锅炉安全运行、执行有效的内容，在新标准中均予以保留。GB/T1576-2008 是在 GB1576-2001 基础上进行修改、充实、完善的。

(3) 适用性

随着我国国民经济的迅速发展和技术的不断进步，对节能降耗和环境保护提出了更高要求。根据工业锅炉产品发展趋势，JB/T10094—2002《工业锅炉通用技术条件》的适用范围在 2002 年修订时已将工业锅炉额定压力扩大至小于 3.8MPa，本标准在修订时适用范围随之扩大到小于 3.8MPa。为适应社会需求的变化，近几年贯流锅炉、直流锅炉得到广泛应用，这种锅炉对水质提出了更高的要求，原标准已不适用于这类锅炉的要求；再则，用于工业锅炉的阻垢剂和除氧剂的种类日渐增多，效果也比原标准规定的药剂有所提高，新标准应适应发展的要求；另外，在保证锅炉安全运行的前提下，为了促进工业锅炉节能减排，修订标准时，对有关指标作出相应的规定。

(4) 可操作性

充分考虑我国锅炉水处理现状和现有的分析条件、技术水平、可能达到的程度进行修订。针对原标准中个别水质指标的测试方法难度较大，例如悬浮物测定，不少单位不具备测试条件，为此参照了国外和国内同类标准作了修改，以便使标准更具有可操作性。

(5) 先进性

参考国际标准和先进国家的标准，在原标准的基础上，使修订后标准的技术性、科学性、先进性有所提高。在修订本标准时，充分参考了 ISO(国际标准)、JIS(日本标准)、BS(英国标准)、美国 ASME 的锅炉水质导则等。

(6) 针对原标准在执行过程中存在的问题和标准本身的不足进行修订。

(7) 根据试验结果和锅炉用户的实践经验修订水质控制项目的具体指标。

2、本标准与 GB1576-2001 的主要差异

——根据我国政府入世时的承诺，使标准符合《贸易技术壁垒协议（TBT）》的规定，本标准性质由强制标准修订为推荐标准；

——按 GB/T1.1-2000《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》要求进行编写，增加了目次、规范性引用文件、术语和定义章节；

——适用范围扩大到额定压力小于 3.8MPa 的锅炉，并规定了本标准不适用



于铝材制造的锅炉；

- 对所有指标规定了有效数字；
- 将悬浮物指标修改为浊度指标；
- 对给水 pH 规定了上限值；
- 增加了锅水酚酞碱度指标；
- 蒸汽锅炉和汽水两用锅炉增加了除盐水作为补给水的有关控制指标；
- 蒸汽锅炉和汽水两用锅炉增加了给水电导率指标；
- 扩大了单纯采用锅内加药处理的适用范围；
- 修改了各表的注和脚注；
- 修改了热水锅炉水质指标；
- 修改了直流锅炉和贯流锅炉的水质指标；
- 增加了补给水的水质；
- 增加了回水水质；
- 修改了附录的内容。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F 和附录 G 为规范性附录。

二、标准主体结构主要修订情况

本标准将原标准的范围、水质标准二部分内容按标准的编写原则重新划分为范围、规范性文件、术语和定义、水质标准、水质分析方法五部分内容。

1、GB1576《工业锅炉水质》由强制性标准修订为推荐性标准

根据我国政府入世时的承诺，为了使标准符合《贸易技术壁垒协议（TBT）》的规定，本标准性质由强制标准修订为推荐标准。但是推荐性标准，在被法律、法规、安全技术规范引用之后，在其限定的范围内，就成为强制执行标准。GB/T1576《工业锅炉水质》已被多个安全技术规范引用（《蒸汽锅炉安全技术监察规程》、TSG G5001《锅炉水处理监督管理规则》、TSG G5002《锅炉水处理检验规则》等都引用了GB/T 1576），因此，在工业锅炉的范围内GB/T1576《工业锅炉水质》是强制性标准。

2、范围

在“范围”中规定了 GB/T1576-2008《工业锅炉水质》标准所涉及的锅炉运行状态和适用范围。

(1) 明确了本标准为工业锅炉运行时的水质标准。

停（备）用锅炉的防锈蚀保护液、停（备）用锅炉启动时的水质可不执行本标准。

——工业锅炉启动、停运较为频繁，由于停用期间的腐蚀、启动时水汽冲刷等原因，锅炉启动时给水总铁含量、硬度难以符合正常时的水质标准。许多工业锅炉没有加药装置，锅水高pH值主要依靠给水中的重碳酸盐水解产生的OH⁻来实现；锅水碱度则主要通过蒸发浓缩来控制。而重碳酸盐水解和蒸发浓缩需要锅炉运行一段时间后才能达到要求。所以，锅炉启动时水质可不执行本标准。

(2) 本标准适用于额定出口蒸汽压力小于3.8MPa，以水为介质的固定式蒸汽锅炉和汽水两用锅炉，也适用于以水为介质的固定式承压热水锅炉和常压热水锅炉。

根据工业锅炉产品发展趋势，JB/T10094—2002《工业锅炉通用技术条件》的适用范围在2002年修订时已将工业锅炉额定压力扩大至小于3.8MPa，本标准在修订适用范围时随之扩大到小于3.8MPa。



(3) 本标准不适用于铝材制造的锅炉。

由于本标准的水质不适合铝及铝合金防腐蚀条件,因此,规定本标准不适用于铝材制造的锅炉。

3. 增加了规范性引用文件

标准中规定的水质控制指标,涉及许多水质分析方法、标准溶液的制备方法、水样的采集方法和水质分析过程的要求等,在原标准的附录中分别规定了各项指标的分析方法。在本标准修订时,按照标准编写原则,本标准执行中(根据《工业锅炉水质》需要)可能涉及到的有关国家标准或行业标准,并且满足本标准需要,都在规范性引用文件中引用,不在附录中重复规定。

GB/T1576《工业锅炉水质》和 GB/T12145《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》构成了完整的锅炉水汽质量标准体系,《工业锅炉水质》有些规定可以直接引用《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》中的有关规定,如蒸汽质量,在标准修订时已明确规定需要执行的标准。

4. 增加了术语和定义

为了避免误解和矛盾,对工业锅炉各种用水和水处理方式的术语进行了定义。

很多人把补给水误解为给水,工业锅炉给水主要是由回水和补给水组成,只有当回水利用率为零时,给水才等同于补给水;按照以前的概念,除盐水是指经过阴、阳离子交换后的水,但随着科技的发展,反渗透等技术得到广泛的应用,反渗透脱盐率 $\geq 96\%$,电去离子软化技术除盐率 $\geq 60\%$,在本标准中均将其定义为除盐水。

为了防止混淆和误解,本标准对原水、软化水、除盐水、补给水、给水、锅水、回水、锅内加药处理、锅外水处理等术语进行了定义。

5. 水质标准结构的修改

对原水质标准进行了和并、区分,对贯流锅炉、直流锅炉的水质要求单独进行了规定,增加了补给水和回水质量要求。

(1) 原水质标准结构

- 2.1 采用锅外化学水处理的蒸汽锅炉和汽水两用锅炉水质
- 2.2 采用锅内加药处理的蒸汽锅炉和汽水两用锅炉水质
- 2.3 热水锅炉水质
- 2.4 直流(贯流)锅炉水质
- 2.5 余热锅炉水质
- 2.6 水质检验方法

(2) 标准修订后的水质标准结构

- 4.1 自然循环蒸汽锅炉和汽水两用锅炉水质
 - 4.1.1 采用锅外水处理的自然循环蒸汽锅炉和汽水两用锅炉,给水和锅水水质应符合表1规定。
 - 4.1.2 单纯采用锅内加药处理的蒸汽锅炉和汽水两用锅炉水质
- 4.2 热水锅炉水质
 - 4.2.1 采用锅外水处理的热水锅炉,给水和锅水水质应符合表3规定。
 - 4.2.2 单纯采用锅内加药处理的热水锅炉水质
- 4.3 强制循环(贯流、直流)蒸汽锅炉水质
- 4.4 余热锅炉水质
- 4.5 补给水水质



4.6 回水水质

(3) 水质标准结构修改的原因

——原标准的2.1条和2.2条，均为蒸汽锅炉和汽水两用锅炉水质标准，应合并成同一个章节，区分两种水处理方式的水质标准。

——原标准中的2.3条热水锅炉水质，锅外水处理和锅内加药处理为一个章节，但应分成两个部分。

——原标准2.4条规定：“直流(贯流)锅炉给水应采用锅外化学水处理，其水质按表1中额定蒸汽压力为大于1.6MPa、小于等于2.5MPa的标准执行”。实践证明原条款规定欠妥，贯流锅炉和直流锅炉是从美日等国引进的水循环是强制循环锅炉，贯流式锅炉循环比 ≤ 2 ，直流式锅炉循环比约为1.2~1.4，自然循环蒸汽锅炉的循环比为100~200。强制循环锅炉的循环比要比自然循环锅炉的循环比小很多，水质要求更加严格，因此，在修订本标准时将贯流锅炉和直流锅炉的水质标准从自然循环蒸汽锅炉分离出来，单独进行规定。

——原标准2.6条是水质检验方法，而不属于水质标准，应在其它章进行规定。

——增加补给水水质标准的目的是确保补给水水质满足锅炉给水水质的要求，合理选择补给水处理方式，并促进锅炉节能减排。

——增加回水水质标准的目的是确保回水水质满足锅炉给水水质的要求，提高回水利用率，促进锅炉节能减排。

6、增加了水质分析方法的规定

规定了本标准中各项控制指标的测定方法。

原标准2.6条是水质检验方法，而不属于水质标准，标准修订时将其单列一章。

7、附录

对尚无国家(行业)标准分析方法或国家(行业)标准分析方法不适合本标准水质范围和选用条件的项目规定了规范性附录。

三、水质标准修订的说明

(一) 通用项目的修订

1、对所有指标都规定了有效数字

水质指标都应规定有效数字，而原标准中没有规定，往往使人误解为最后一位数字是可疑值，易造成对标准理解的偏差。

2、将所有给水悬浮物指标都修改为浊度

(1) 悬浮物指标修改为浊度理由

——悬浮物是指含有各种大小不同颗粒的混杂物，它会使水体浑浊，透明度降低。水中悬浮物的理化特性、所用滤器与孔径大小、滤材面积与厚度等诸多因素均可影响悬浮物的测定结果，一些细小的悬浮微粒无法滤除，测定结果不能充分反映水体中悬浮物的总体情况。通过测定水体的浊度，能更好地反映水中悬浮物的多少。

——GB1576-2001《工业锅炉水质》规定了给水悬浮物的指标，但由于悬浮物标准测定方法采用的是重量分析法，分析操作比较麻烦，耗时很长，不适合水质监测的常规分析。

——现在绝大多数的锅炉使用单位和检验监测机构均采用监测浊度的方法，间接控制给水的悬浮物，效果良好，并且符合控制要求。



——GB12145《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》控制的指标为浊度,修改后与GB12145协调统一。

(2) 水的浊度表示方法

选用经特殊精制的漂白土或硅藻土配制标准浊度溶液,相当于1000ml水中含有1mg漂白土或硅藻土时,所产生的浊度为1度,或称杰克逊,浊度单位为JTU,现代浊度仪显示的浊度是散射浊度单位NTU,1JTU=1NTU=1mg/L的漂白土(或硅藻土)悬浊液。

国际上公认以乌洛托品-硫酸胍(福马胍)配制浊度标准溶液重现性较好,其浊度单位为FTU。目前普遍使用福马胍悬浊液作为标准浊度溶液,用分光光度法比较水样与标准悬浊液的透光强度,进行浊度的测定,因此,本标准浊度计量单位采用FTU。

各种浊度之间的关系:1FTU=1NTU=1mg/L的漂白土(或硅藻土)悬浊液。

3、给水pH值都规定了上限指标

原标准所有给水 pH 值都规定为 ≥ 7 ,而没有规定上限指标,会给人以给水 pH 值越高越好的错误印象。给水控制 pH 值的目的是为了防止给水系统的酸性腐蚀及腐蚀产物带入锅内,但同时也应防止给水中碱性物质过多带来的负作用,如果给水 pH 值过高,碱性物质在锅内经过分解、蒸发浓缩后,会造成锅水碱度及 pH 值超标、金属钝化膜的破坏等危害。为了减缓给水系统、锅炉蒸发系统腐蚀,有必要控制给水 pH 值在一定范围内,新标准将给水 pH 值控制范围进行了修订,规定了上限控制指标。

4、锅水增加了酚酞碱度指标

(1) 增加酚酞碱度控制指标的理由

——防止锅炉酸性或碱性腐蚀的发生

工业锅炉锅水中常见的碱度有氢氧化物、碳酸盐、氨、磷酸盐、硅酸盐、亚硫酸盐、腐植酸盐等,一些锅炉运行中使用的阻垢、除垢剂还含有有机酸盐。

——可间接测定和控制锅水 pH 值

很多工业锅炉使用单位没有 pH 计,采用 pH 试纸测定锅水 pH 值,众所周知 pH 试纸测定锅水 pH 值有误差,影响锅水 pH 的正确控制,如果既测定酚酞碱度,又测定全碱度,就可以很方便计算出锅水 pH 值:

——参考国外标准

许多国外锅炉水质标准均对工业锅炉锅水酚酞碱度进行了规定,如日本 JIS B8223《锅炉给水和锅炉水质》就对锅水全碱度和酚酞碱度分别作出了控制规定。

(2) 酚酞碱度的控制范围确定方法

为了即可放宽锅水碱度的上限值,又能防止由于 pH 值过高而造成的碱性腐蚀,也可通过制定锅水全碱度和酚酞碱度两个指标来实现,原理如下:

$$\text{锅水酚酞碱度 } JD_P = [\text{OH}^-] + 1/2[\text{CO}_3^{2-}] \quad (\text{mmol/L})$$

$$\text{锅水甲基橙碱度 } JD_M = 1/2[\text{CO}_3^{2-}] \quad (\text{mmol/L})$$

$$\text{锅水总碱度 } JD_Z = JD_P + JD_M \quad (\text{mmol/L})$$

$$\text{当 } \text{pH}=12, [\text{OH}^-]=10^{-2} \text{ mol/L}=10\text{mmol/L}, JD_P = 5+1/2JD_Z \quad (\text{mmol/L})$$

$$\text{当 } \text{pH}=10, [\text{OH}^-]=10^{-4} \text{ mol/L}=0.1\text{mmol/L}, JD_P = 0.05+1/2JD_Z \quad (\text{mmol/L})$$

因此,当 $JD_P \leq 5+1/2JD_Z$ 时,就可有效控制锅水的 pH 值不超过 12 的上限值;当 $JD_P \geq 0.05+1/2JD_Z$ 时,可保证锅水的 pH 值不低于 10。

根据上述原理及锅炉压力等级,计算得出锅炉酚酞碱度按表 1 控制为宜。

表 1 锅水总碱度和酚酞碱度控制指标



| 额定蒸汽压力 MPa | | P≤1.0 | 1.0 < P≤1.6 | 1.6 < P≤2.5 | 2.5 < P < 3.8 |
|------------|---------------------------|----------|-------------|-------------|---------------|
| 锅水 碱度 | 总碱度 (pH4.2) mmol/L | 6.0~26.0 | 6~24 | 6.0~16.0 | <12.0 |
| | 酚酞碱度 (pH8.3) mmol/L | 4.0~18.0 | 4.0~16.0 | 4.0~12.0 | <10.0 |

5、修改了原标准注1)和注2)对硬度、碱度的计量单位的注解

原标准对碱度计量单位的注解有误,锅水的碱度成份不仅限于 OH^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- ,还可能有氨、磷酸盐、硅酸盐、亚硫酸盐、腐植酸盐、有机酸盐等。而计量单位的规定已有行业标准,因此,本标准修订为:“硬度、碱度的计量单位为一价基本单元物质的量浓度”。

(二) 自然循环蒸汽锅炉和汽水两用锅炉水质标准修订内容

表1 采用锅外水处理的自然循环蒸汽锅炉和汽水两用锅炉水质

| 区 分 | 额定蒸汽压力 MPa | | P≤1.0 | | 1.0 < P≤1.6 | | 1.6 < P≤2.5 | | 2.5 < P < 3.8 | |
|-------------------|----------------------------|-------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 补给水类型 | | 软化水 | 除盐水 | 软化水 | 除盐水 | 软化水 | 除盐水 | 软化水 | 除盐水 |
| 给 水 | 浊度 FTU | | ≤5.0 | ≤2.0 | ≤5.0 | ≤2.0 | ≤5.0 | ≤2.0 | ≤5.0 | ≤2.0 |
| | 硬度 mmol/L | | ≤0.030 | ≤0.030 | ≤0.030 | ≤0.030 | ≤0.030 | ≤0.030 | ≤5.0×10 ⁻³ | ≤5.0×10 ⁻³ |
| | pH (25℃) | | 7.0~9.0 | 8.0~9.5 | 7.0~9.0 | 8.0~9.5 | 7.0~9.0 | 8.0~9.5 | 7.5~9.0 | 8.0~9.5 |
| | 溶解氧 ^a mg/L | | ≤0.10 | ≤0.10 | ≤0.10 | ≤0.050 | ≤0.050 | ≤0.050 | ≤0.050 | ≤0.050 |
| | 油 mg/L | | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 |
| | 全铁 mg/L | | ≤0.30 | ≤0.30 | ≤0.30 | ≤0.30 | ≤0.30 | ≤0.10 | ≤0.10 | ≤0.10 |
| | 电导率 (25℃) μS/cm | | — | — | ≤5.5×10 ² | ≤1.1×10 ² | ≤5.0×10 ² | ≤1.0×10 ² | ≤3.5×10 ² | ≤80.0 |
| 锅 水 | 全碱度 ^b mmol/L | 无过热器 | 6.0~26.0 | ≤10.0 | 6.0~24.0 | ≤10.0 | 6.0~16.0 | ≤8.0 | ≤12.0 | ≤4.0 |
| | | 有过热器 | — | — | ≤14.0 | ≤10.0 | ≤12.0 | ≤8.0 | ≤12.0 | ≤4.0 |
| | 酚酞碱度 mmol/L | 无过热器 | 4.0~18.0 | ≤6.0 | 4.0~16.0 | ≤6.0 | 4.0~12.0 | ≤5.0 | ≤10.0 | ≤3.0 |
| | | 有过热器 | — | — | ≤10.0 | ≤6.0 | ≤8.0 | ≤5.0 | ≤10.0 | ≤3.0 |
| | pH (25℃) | | 10.0~12.0 | 10.0~12.0 | 10.0~12.0 | 10.0~12.0 | 10.0~12.0 | 10.0~12.0 | 9.0~12.0 | 9.0~11.0 |
| | 溶解固形物 mg/L | 无过热器 | ≤4.0×10 ³ | ≤4.0×10 ³ | ≤3.5×10 ³ | ≤3.5×10 ³ | ≤3.0×10 ³ | ≤3.0×10 ³ | ≤2.5×10 ³ | ≤2.5×10 ³ |
| | | 有过热器 | — | — | ≤3.0×10 ³ | ≤3.0×10 ³ | ≤2.5×10 ³ | ≤2.5×10 ³ | ≤2.0×10 ³ | ≤2.0×10 ³ |
| | 磷酸根 ^c mg/L | | — | — | 10.0~30.0 | 10.0~30.0 | 10.0~30.0 | 10.0~30.0 | 5.0~20.0 | 5.0~20.0 |
| | 亚硫酸根 ^d mg/L | | — | — | 10.0~30.0 | 10.0~30.0 | 10.0~30.0 | 10.0~30.0 | 5.0~10.0 | 5.0~10.0 |
| 相对碱度 ^e | | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | |



表1 (续)

| |
|---|
| <p>注1: 对于供汽轮机用汽的锅炉, 蒸汽质量应按照GB/T12145《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》规定的额定蒸汽压力3.8~5.8MPa汽包炉标准执行。</p> <p>注2: 硬度、碱度的计量单位为一价基本单元物质的量浓度。</p> <p>注3: 停(备)用锅炉启动时, 锅水的浓缩倍率达到正常后, 锅水的水质应达到本标准的要求。</p> |
| <p>a 溶解氧控制值适用于经过除氧装置处理后的给水。额定蒸发量大于等于10t/h的锅炉, 给水应除氧。额定蒸发量小于10t/h的锅炉如果发现局部氧腐蚀, 也应采取除氧措施。对于供汽轮机用汽的锅炉给水含氧量应小于等于0.050mg/L。</p> <p>b 对蒸汽质量要求不高, 并且不带过热器的锅炉, 锅水全碱度上限值可适当放宽, 但放宽后锅水的pH值不应超过上限。</p> <p>c 适用于锅内加磷酸盐阻垢剂。采用其它阻垢剂时, 阻垢剂残余量应符合药剂生产厂规定的指标。</p> <p>d 适用于给水加亚硫酸盐除氧剂。采用其它除氧剂时, 药剂残余量应符合药剂生产厂规定的指标。</p> <p>e 全焊接结构锅炉, 相对碱度可不控制。</p> |

1、将“蒸汽锅炉”修订为“自然循环蒸汽锅炉”

贯流锅炉和直流锅炉也属于蒸汽锅炉, 为了区分自然循环蒸汽锅炉和强制循环锅炉, 本标准4.1条款是针对自然循环蒸汽锅炉和汽水两用锅炉水质作出的规定。

2、水质分为采用“锅外水处理”和“单纯采用锅内加药处理”两部分

原标准的2.1条款和2.2条款, 均为自然循环蒸汽锅炉和汽水两用锅炉水质标准, 本标准修订时, 将其合并成同一个章节, 分成两种不同水处理方式的水质标准。

3、采用锅外水处理的自然循环蒸汽锅炉和汽水两用锅炉水质修订内容

(1) 将原标准中“给水一般应采用锅外化学水处理”修订为“锅外水处理”

原标准中规定“蒸汽锅炉和汽水两用锅炉的给水一般应采用锅外化学水处理”。锅外水处理并不局限于化学处理, 随着经济的发展和技术的不断进步, 近几年反渗透水处理设备应用日渐增多, 而反渗透除盐技术不属于化学水处理范畴, 为适应社会需求的变化, 因此, 在标准修订时将原2.1条款(现4.1.1条款)修改为“采用锅外水处理的自然循环蒸汽锅炉和汽水两用锅炉, 给水和锅水水质应符合表1规定”。锅外水处理包含化学方法和反渗透、电渗析等物理方法, 使标准适用范围更大。

(2) 增加了额定压力大于2.5 MPa, 小于3.8MPa锅炉的水质要求

由于本标准适用范围扩大, 因此表1中增加了对额定压力大于2.5 MPa, 小于3.8MPa锅炉的水质要求。由于在此压力范围的蒸汽锅炉水质没有热化学试验数据, 运行控制经验也较少, 因此, 在制定各项控制指标时主要借鉴JIS B8223(日本锅炉给水和锅炉水质标准)、美国ASME的锅炉连续运行水质控制导则、BS(英国标准)等, 并根据各项指标间关联成份的计算结果制定的。

(3) 增加了除盐水作为补给水有关控制指标

原标准只规定锅外化学水处理的软化水指标及相应的锅水指标, 但随着科学技术的进步和企业对节能降耗意识的增强, 工业锅炉采用除盐水(主要有离子交换除盐和反渗透脱盐)作为补给水的逐渐增多。除盐水与软化水相比较, 其特点是将水中的溶解固形物、硬度、碱度大部分除去了, 因此, 其锅水和采用软化处理的锅水的差别: 一是锅水碱度很低; 二是锅炉排污率可降至1%以下, 对节能



降耗意义重大;三是锅水溶解杂质较低,易结垢物质较难达到过饱和,对防止结垢有很大帮助;四是锅水缓冲性较小,应严格控制pH值,以防止腐蚀。为此增加蒸汽锅炉和汽水两用锅炉采用除盐水作为补给水有关控制指标。

锅水控制碱度的目的是将进入锅内的残余硬度生成水渣,防止结垢;另外又要防止碱度过高发生碱性腐蚀和汽水共腾。补给水若采用离子交换除盐处理或反渗透除盐处理,补给水结垢物质浓度很低,结垢的可能性较小,因此可不控制锅水碱度的下限,而应控制碱度的上限。另外,为了减缓锅水的腐蚀性,必须控制锅水pH值。

原标准在执行中,曾多次发现工业锅炉采用除盐处理,锅水碱度低于6mmol/L规定指标,向锅内加碱,造成热力系统积盐的事故。

新标准增加了除盐水作为补给水有关控制指标,锅水碱度只控制上限,而不控制下限,为了防止锅炉腐蚀,锅水维持pH值在10.0~12.0范围内。因除盐水几乎没有碱度,锅水pH值常常会小于10.0,一般应向锅内投加碱性药剂,调节锅水pH值。

(4) 修订了给水限定全铁适用范围

给水中含铁较高时对锅炉造成的主要危害是:结生氧化铁垢;三价铁离子是阴极去极化剂,可对金属本身构成腐蚀;氧化铁垢不仅妨碍传热,更为严重的危害是产生垢下腐蚀,造成金属管壁减薄、穿孔。

原标准表1中给水含铁量规定了指标,并在注⑥中说明,“仅限燃油、燃气锅炉”。其实不应该只限制燃油、燃气锅炉给水含铁量,而是任何蒸汽锅炉都应该严格控制给水的含铁量。新标准修订后取消原标准注⑥,也就是说不管何种燃料均要限制给水总铁含量。

给水铁离子不仅是补给水带来的,其主要来源有:

——原水水源为地下水,当地下水铁含量较高时,会使离子交换树脂中毒,并使铁离子漏过。

——生产返回水中带入大量铁腐蚀产物。这是因为给水中的重碳酸盐进入锅内,在高温高压的作用下分解出二氧化碳气体,CO₂被蒸汽携带会使冷凝水或在湿蒸汽显酸性。水中CO₂虽然只显弱酸性,但由于蒸汽一般都比较纯净,冷凝成水后缓冲性很小,少量的CO₂就会使其pH值显著降低。如当每升纯水中溶有1mg CO₂时,水的pH值便可由7.0降至5.5左右。值得注意的是,弱酸的酸性不能单凭pH值来衡量,因为弱酸只有一部分电离,随着腐蚀的进行,消耗掉的H⁺会被弱酸继续电离所补充。

水中的CO₂可使水产生H⁺,而H⁺与溶解氧同是腐蚀电池中阴极去极化剂,大大加速了阳极金属铁的腐蚀。

CO₂既使金属铁发生酸腐蚀,又使其发生电化学腐蚀。因此,凝结水中的CO₂具有较强的腐蚀性,特别是在有氧的存在下。

——给水系统腐蚀。

——有些除氧装置是靠海绵铁、铁屑、铁粒等铁质材料除氧,如果控制和管理不好很容易将铁离子带入锅炉。

——解吸除氧装置是靠反应器产生的CO₂和N₂与水剧烈混合,使水中溶解氧的分压变得极小,而除掉。但此时水中CO₂的含量却较高,对给水系统、蒸汽系统、冷凝水系统都会腐蚀,使给水铁含量很高。

——水处理设备、再生系统、水箱等未做防腐处理,或者防腐层脱落,使补给水系统产生的铁腐蚀产物进入到给水;给水pH值较低,给水系统本身的腐蚀



产物致使给水含铁。

(5) 给水pH控制指标

为了减缓给水系统、锅炉蒸发系统腐蚀,有必要控制给水 pH 值在一定范围内,新标准将给水 pH 值控制范围进行了修订。

除盐水的 pH 值一般介于 6.2~7.3 之间,由于除盐水比较纯净,缓冲性较小,而在吸收了空气中的 CO₂ 之后很容易下降到 6 以下,给水系统很容易发生酸性腐蚀。腐蚀产物会进入锅炉会带来一系列结垢、腐蚀后果。JIS 推荐以除盐水为补水、工作压力为 1~3Mpa 的锅炉的给水 pH 值范围为 8.0~9.5, ASME 推荐的该工作压力的合适 pH 为 7.5~10。经过起草组充分论证,将除盐水作为补给水的给水 pH 定为 8.0~9.5,除盐水电只需加入很少的碱性物质(1~2ppm)就可以将 pH 控制在合适的范围,并能有效防止给水系统发生酸性腐蚀。

软化水通常具有高 pH 的缓冲能力,并且原水经过软化处理,重碳酸盐硬度交换成重碳酸钠,补给水 pH 有所升高,控制给水 pH 在 7.0~9.0 是容易实现的。若回水利用导致给水 pH 降低时,只需加入很少的碱性物质就可以将 pH 控制在合格的范围,

(6) 增加了给水电导率指标

由于水源水质日趋劣化,溶解固形物呈逐年上升之势,导致锅炉排污率增加,热效率下降,能耗上升。为了适应节能降耗的要求,有必要对给水电导率提出规定。提出给水电导率控制指标的原则是采用软化水作为补给水的锅炉排污率 ≤10%,采用除盐水电作为补给水的锅炉排污率 ≤2%,根据电导率和溶解固形物之间的关系,以及不同压力等级的锅炉对溶解固形物控制要求,计算得出给水电导率限制指标。

因为给水均为弱碱性,其“固导比”在 0.5~0.7 之间,取“固导比”系数 0.6 来计算制定给水电导率指标。

表2 以软化水作为补给水的锅炉给水电导率控制值的计算结果

| 额定压力, MPa 指标 | P ≤ 1.0 | 1.0 < P ≤ 1.6 | 1.6 < P ≤ 2.5 | 2.5 < P < 3.8 |
|--------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 排污率, % | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 锅水溶解固形物, mg/L | ≤ 4.0 × 10 ³ | ≤ 3.5 × 10 ³ | ≤ 3.0 × 10 ³ | ≤ 2.5 × 10 ³ |
| 给水溶解固形物, mg/L | ≤ 3.6 × 10 ² | ≤ 3.2 × 10 ² | ≤ 2.7 × 10 ² | ≤ 2.3 × 10 ² |
| 给水电导率, μS/cm | ≤ 6.0 × 10 ² | ≤ 5.5 × 10 ² | ≤ 5.0 × 10 ² | ≤ 3.5 × 10 ² |

表3 以除盐水电作为补给水的锅炉给水电导率控制值的计算结果

| 额定压力, MPa 指标 | P ≤ 1.0 | 1.0 < P ≤ 1.6 | 1.6 < P ≤ 2.5 | 2.5 < P < 3.8 |
|--------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 排污率, % | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 锅水溶解固形物, mg/L | ≤ 4.0 × 10 ³ | ≤ 3.5 × 10 ³ | ≤ 3.0 × 10 ³ | ≤ 2.5 × 10 ³ |
| 给水溶解固形物, mg/L | ≤ 78 | ≤ 69 | ≤ 59 | ≤ 49 |
| 给水电导率, μS/cm | ≤ 1.3 × 10 ² | ≤ 1.1 × 10 ² | ≤ 1.0 × 10 ² | ≤ 82 |

当水源水质较差,电导率已超出了规定上限时,通常有两种方式降低给水电导率:

——采用软化处理时,增加生产返回水回收率。给水电导率 ≈ (1 - 回收率) × 原水电导率,从此式不难看出,生产返回水回收率每增加 10%,给水电导率可



比原水电导率降低10%，也就是说回收率越高，给水质量越好。生产返回水尽量回收不但对防止锅炉结垢、防止蒸汽带水大有益处，而且也符合国家节能降耗政策。

——采用除盐处理方式。离子交换除盐可将原水中的溶解固形物去除99%以上，反渗透水处理设备可除去96%以上的溶解固形物。

(7) 修改了锅水碱度指标上限值的放宽条件

原标准在表1注2)中规定了“对蒸汽质量要求不高，且不带过热器的锅炉，使用单位在报当地锅炉压力容器安全监察机构同意后，锅水碱度上限值可适当放宽”。放宽锅水碱度上限值，可减少排污，提高锅炉热效率，节约能源，有着很好的现实意义。但原标准碱度放宽的条件是“报当地锅炉压力容器安全监察机构同意”。这样的规定可操作性不强，一方面使用单位在报当地锅炉压力容器安全监察机构审批的手续较为复杂；另一方面没有规定在什么条件下可同意放宽锅水碱度上限指标，上限指标放宽到多少为宜，因此，会对执行标准带来不便，甚至造成混乱。

锅水控制碱度的目的是将进入锅内的残余硬度生成水渣，防止结垢；另外又要防止碱度过高发生碱性腐蚀和汽水共腾。因此，放宽锅水碱度上限指标所规定的条件有两个：一是锅水碱度上限值放宽后，与锅炉工作压力下对应的pH值不得大于12.0，以防止pH值过高造成碱性腐蚀；二是碱度上限值放宽后，锅水不会发生汽水共腾。在同时满足这两个条件的前提下，才可以适当放宽锅水碱度的上限。

在锅内没有添加NaOH的情况下，由于给水中的重碳酸盐在锅内受温度和压力的影响，发生分解和水解反应：



分解和水解成[OH]碱度和[CO₃²⁻]碱度，重碳酸盐水解为[OH]的程度取决于锅炉的压力，压力越高分解成OH的比例越高，反之，分解成CO₃²⁻的比例越高。不同压力下锅水中OH碱度占锅水总碱度JD_Z的质量分数见表4。因此，锅水的pH值和总碱度(JD_Z)在不同压力下有一对应关系，通过计算，可求得不同压力下，总碱度JD_Z上限值对应的pH值，也可以求得不同压力下锅水pH值等于12时最高允许的碱度。

表4 不同压力下锅水中OH碱度占锅水总碱度JD_Z的质量分数K

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| 锅炉压力MPa | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1. | 1. | 1. | 2. | 2. | 5.0 |
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 3 | 5 | 0 | 5 | | |
| [OH]占JD _Z 的% | 2 | 6 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 100 | |

锅水pH的计算

$$[\text{OH}]=\text{JD}_Z\text{K} \quad (\text{mol/L})$$

$$\text{pOH}=-\lg[\text{OH}] \quad \text{q}$$

$$\text{pH}=14-\text{pOH}=14+\lg[\text{OH}]$$

根据上表和计算公式及GB1576《工业锅炉水质》标准中规定的锅水最高允许碱度，可求得不同压力下锅水对应的pH值，计算结果见表5。

表5 根据上表计算不同压力下锅水最高允许碱度时对应的pH



| | | | | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 锅炉压力 MPa | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 2.5 |
| JD _G mmol/L | 26 | 26 | 26 | 26 | 24 | 24 | 16 |
| pH | 10.72 | 11.41 | 11.89 | 12.02 | 12.08 | 12.16 | 12.11 |

从上表可看出,在锅水最高允许碱度条件下,当锅炉压力 $P < 1.0\text{MPa}$ 时,锅水pH值均不会大于12;当锅炉压力 $P \geq 1.0\text{MPa}$ 时,锅水pH值都会略微超过12,如要提高标准中碱度的上限值,pH值则会超过12。

但是,理论计算往往与锅炉实际运行的水质有所不同,为了提高可操作性,新标准在表注中规定“对蒸汽质量要求不高,并且不带过热器的锅炉,锅水碱度上限值可适当放宽,但放宽后锅水的pH值不得超过上限”。这样就明确了锅水碱度上限放宽的条件是锅水碱度上限值放宽后,与之(工作压力下)对应的pH值不得大于12.0。

(8) 规定了磷酸盐和亚硫酸盐的控制指标适用条件

随着科技的发展,用于工业锅炉的阻垢剂和除氧剂品种越来越多,难以在标准中逐一规定各种阻垢剂和除氧剂控制指标,磷酸盐和亚硫酸盐是最常用的药剂,同时为了适应科技发展的要求,在新标准表注中说明标准规定的磷酸盐和亚硫酸盐控制指标,仅适用于锅内加磷酸盐阻垢剂和亚硫酸盐除氧剂,当采用其它阻垢剂和除氧剂,阻垢剂和除氧剂的残余量应该符合药剂生产厂规定的指标。为了保证新型阻垢剂和除氧剂的性能,新型阻垢剂和除氧剂应当经过权威部门或行业协会性能测定,并且在中国锅炉水处理协会登记注册。

在标准修订征求意见时,一些药剂生产厂要求除氧剂不要规定适用亚硫酸盐,应推广使用新型除氧剂,以利于科技的发展和降低锅水溶解固形物。30年运行经验表明,亚硫酸盐是目前最常用的、最经济的、毒性最低的、并行之有效的除氧剂。因此,本标准在修订时仍保留原标准的控制项目和指标,同时本标准表注脚“适用于给水加亚硫酸盐除氧剂。采用其它除氧剂时,除氧剂残余量应符合药剂生产厂规定的指标”,已明确了不排斥采用其它除氧剂。

有些专家提出取消磷酸根控制指标。一部分人认为给水残留硬度已经很低了,不进行锅内加药处理,也不会导致结垢;另一部分人认为,锅外水处理与锅内加药处理相结合对防垢、防腐、节能减排意义非常重大,但不要规定磷酸盐的控制指标,而应规定有机药剂的控制指标。经过论证还是保留原标准的控制项目和指标较为合适,理由如下:

——给水残留硬度即使已将至 0.03mmol/L ,为了节能减排锅水浓缩倍数最少为10倍,锅水浓缩后硬度可能会大于 0.5mmol/L ,若不进行锅内加药处理仍会结垢。根据溶度积计算,在锅水pH为12时, $[\text{Mg}^{2+}]$ 大于 $5 \times 10^{-5}\text{mmol/L}$,就会结生 $\text{Mg}[\text{OH}]_2$ 水垢;在锅水 $[\text{CO}_3^{2-}]$ 碱度为 10mmol/L 时, $[\text{Ca}^{2+}]$ 大于 0.05mmol/L ,就会析出 CaCO_3 沉淀。因此锅外水处理和锅内加药处理相结合是十分必要的。

——磷酸盐是国内外目前最常用的、最经济的、行之有效的阻垢剂。无论是JIS B8223(日本锅炉给水和锅炉水质标准),还是美国ASME的锅炉连续运行水质控制导则均对锅水磷酸根控制指标作出了规定。本标准表注脚“适用于锅内加磷酸盐阻垢剂。采用其它阻垢剂时,阻垢剂残余量应符合药剂生产厂规定的指标”,已明确了不排斥采用其它阻垢剂。

(9) 规定了供汽轮机用汽的蒸汽质量

一些工业锅炉其蒸汽用于汽轮机发电,有必要规定此类蒸汽质量,在表注中



规定：在表注中规定：“对于供汽轮机用汽的锅炉，蒸汽质量应按照GB12145《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》规定的额定蒸汽压力3.8~5.8MPa汽包炉标准执行”。

(10) 放宽了给水除氧的限制条件

原标准规定“额定蒸发量大于等于6t/h时应除氧”，修订后表1脚注a规定：“额定蒸发量大于等于10t/h的锅炉，给水应除氧”。但同时又规定“额定蒸发量小于10t/h的锅炉如果发现局部氧腐蚀，也应采取除氧措施”，也就是说无论锅炉蒸发量是多少，只要发现局部氧腐蚀，都应采取除氧措施。

4、单纯采用锅内加药处理的自然循环蒸汽锅炉和汽水两用锅炉水质修订内容

表2 单纯采用锅内加药处理的自然循环蒸汽锅炉和汽水两用锅炉水质

| 水样 | 项目 | 标准值 |
|---|--------------------------|----------------------|
| 给水 | 浊度 FTU | ≤20.0 |
| | 硬度 mmol/L | ≤4.0 |
| | pH (25℃) | 7.0~10.0 |
| | 油 mg/L | ≤2.0 |
| 锅水 | 全碱度 mmol/L | 8.0~26.0 |
| | 酚酞碱度 mmol/L | 6.0~18.0 |
| | pH (25℃) | 10.0~12.0 |
| | 溶解固形物 mg/L | ≤5.0×10 ³ |
| | 磷酸根 ^a mg/L | 10.0~50.0 |
| 注1：单纯采用锅内加药处理，锅炉受热面平均结垢速率不得大于0.5mm/a。 | | |
| 注2：额定蒸发量小于等于4t/h，并且额定蒸汽压力小于等于1.3MPa的蒸汽锅炉和汽水两用锅炉同时采用锅外水处理和锅内加药处理时，给水和锅水水质可参照表2的规定。 | | |
| 注3：硬度、碱度的计量单位为一价基本单元物质的量浓度。 | | |
| a 适用于锅内加磷酸盐阻垢剂。采用其它阻垢剂时，阻垢剂残余量应符合药剂生产厂规定的指标。 | | |

(1) 放宽了单纯采用锅内加药处理的自然循环蒸汽锅炉和汽水两用锅炉的限制

许多检验检测机构和药剂生产单位要求放宽对单纯采用锅内加药处理的限制。经过论证和调研，鉴于锅内加药实际使用效果不错，单纯采用锅内加药处理的蒸汽锅炉和汽水两用锅炉限制条件由原标准的“额定蒸发量小于等于2t/h，并且额定蒸汽压力小于等于1.0MPa”，扩大到“额定蒸发量小于等于4t/h，并且额定蒸汽压力小于等于1.3MPa”。

(2) 增加了单纯采用锅内加药处理锅炉结垢速率和排污率的限制

为了促进适用高效阻垢剂，减缓锅炉水垢生成速率，在表2注1中规定“单



纯采用锅内加药处理, 锅炉受热面平均结垢速率不得大于 0.5mm/a”。

有机阻垢剂与结垢物质作用后不生成固体水渣, 可降低锅炉排污率, 有利于节能减排。为了促进使用有机配方的阻垢剂, 标准修订后, 在 4.5.4 条规定: “单纯采用锅内加药处理的锅炉正常排污率不宜超过 10.0%”。

(3) 对采用锅外和锅内加药联合水处理作出了相应的规定

有些使用单位和检验监测机构建议, 对采用锅外和锅内加药联合处理的给水和锅水水质可按单纯加药处理标准的规定执行。理由是为了减少再生次数, 提高树脂利用率, 减少自耗水率, 软水器运行终点控制在负硬水范围内, 锅内再采取加药处理, 也可以保证不结垢。标准修订时在表 2 注 2 中规定: “额定蒸发量小于等于 4t/h, 并且额定蒸汽压力小于等于 1.3MPa 的蒸汽锅炉和汽水两用锅炉同时采用锅外水处理和锅内加药处理时, 给水和锅水水质可参照表 2 的规定”。

(4) 规定了给水 pH 的上限

给水 pH 控制范围为 7.0~10.0。单纯采用锅内加药处理的药剂主要是碱性药剂, 而给水中的硬度在锅内会消耗酚酞碱度, 生成水渣。因此, 即使给水 pH 较高, 一般也不会导致锅水 pH 超标, 另外还同时限定了锅水 pH 的控制范围。

(5) 增加了给水含油量的指标

为了防止结垢, 此种处理方式的锅水碱度一般都较高, 若给水含油量较大, 一方面可能发生皂化反应, 引发汽水共腾; 另一方面可能生成油垢。因此有必要限定给水含油量。

(6) 增加了锅水阻垢剂控制指标

既然是单纯采用锅内加药处理的方式, 就必须规定阻垢剂控制范围, 磷酸盐是最常用的阻垢剂, 因此规定了磷酸根控制指标。磷酸根控制指标适用于锅内加磷酸盐阻垢剂, 当采用其它阻垢剂时, 阻垢剂的残余量应该符合药剂生产厂规定的指标。

(三) 热水锅炉水质标准修订内容

1、采用锅外水处理的热热水锅炉水质标准修订内容

表3 采用锅外水处理的热热水锅炉水质

| 水样 | 项目 | 标准值 |
|----|--------------------------|----------|
| 给水 | 浊度 FTU | ≤5.0 |
| | 硬度 mmol/L | ≤0.60 |
| | pH(25℃) | 7.0~11.0 |
| | 溶解氧 ^a mg/L | ≤0.10 |
| | 油 mg/L | ≤2.0 |
| | 全铁 mg/L | ≤0.30 |
| 锅水 | pH(25℃) ^b | 9.0~11.0 |
| | 磷酸根 ^c mg/L | 5.0~50.0 |



注：硬度的计量单位为一价基本单元物质的量浓度。

- a 溶解氧控制值适用于经过除氧装置处理后的给水。额定功率大于等于 7.0MW 的承压热水锅炉给水应除氧，额定功率小于 7.0MW 的承压热水锅炉如果发现局部氧腐蚀，也应采取除氧措施。
- b 通过补加药剂使锅水 pH 控制在 9.0~11.0。
- c 适用于锅内加磷酸盐阻垢剂。采用其它阻垢剂时，阻垢剂残余量应符合药剂生产厂规定的指标。

(1) 修订了锅水 pH

标准修订征求意见时，有检验检测机构和药剂生产单位建议修订锅水 pH 控制上限。理由有三个方面：①供热系统所使用的材质较为复杂，除了钢材外，还有铝材和铜材，为了兼顾供热系统锅炉管道、热交换器、散热器不同材质的防腐问题，应降低锅水 pH 控制上限；②原标准规定热水锅炉锅水 pH 控制范围是 10~12，由于供热系统水容量很大加之失水现象较为严重，即使加药短时间内也无法满足要求，同时造成药剂极大的浪费。

根据碳钢在水中处于钝化状态的 pH 的范围是 9~13，将热水锅炉锅水的 pH 修订为 9.0~11.0。

(2) 增加了给水全铁含量指标

热水锅炉最大的问题还是防腐蚀问题，控制给水全铁含量，也就等于控制住了热水锅炉的氧腐蚀，因此有必要规定其给水全铁限定指标。

(3) 增加了锅水阻垢剂控制指标

采用锅外水处理热水锅炉给水硬度控制指标 $\leq 0.60\text{mmol/L}$ ，由于给水残余硬度较高，为了防止锅炉结垢，规定了锅水磷酸根控制指标。磷酸根控制指标仅适用于锅内加磷酸盐阻垢剂，当采用其它阻垢剂时，阻垢剂的残余量应该符合药剂生产厂规定的指标。

(4) 放宽了给水除氧的限制条件

热水锅炉防腐蚀机理不断有新的进展，防腐蚀措施不断有所突破，防腐蚀方法不仅限于除氧，近几年来不断有人呼吁放宽了给水除氧的限制条件。经过论证和调研，有条件地放宽给水除氧的限制。

原标准规定“额定功率大于等于 4.2MW 的承压热水锅炉给水应除氧”，修订后表 3 脚注 a 规定：“额定功率大于等于 7.0MW 的承压热水锅炉给水应除氧”，但同时又规定“额定功率小于 7.0MW 的承压热水锅炉如果发现局部氧腐蚀，也应采取除氧措施”，即放宽了给水除氧的限制条件，又可以有针对性的防止锅炉腐蚀，

2、单纯采用锅内加药处理的热水锅炉水质标准修订内容

表 4 单纯采用锅内加药处理的热水锅炉水质

| 水样 | 项目 | 标准值 |
|----|---------------------------|-------------|
| 给水 | 浊度 FTU | ≤ 20.0 |
| | 硬度 ^a mmol/L | ≤ 6.0 |
| | pH(25℃) | 7.0~11.0 |
| | 油 mg/L | ≤ 2.0 |



| | | |
|----|--------------------------|-----------|
| 锅水 | pH(25℃) | 9.0~11.0 |
| | 磷酸根 ^b mg/L | 10.0~50.0 |

表4 (续)

| |
|--|
| <p>注1：对于额定功率小于等于4.2MW水管式和锅壳式承压的热水锅炉和常压热水锅炉，同时采用锅外水处理和锅内加药处理时，给水和锅水水质可参照表4的规定。</p> <p>注2：硬度的计量单位为一价基本单元物质的量浓度。</p> <p>a 使用与结垢物质作用后不生成固体不溶物的阻垢剂，给水硬度可放宽至小于等于8.0 mmol/L。</p> <p>b 适用于锅内加磷酸盐阻垢剂。加其它阻垢剂时，阻垢剂残余量应符合药剂生产厂规定的指标。</p> |
|--|

(1) 增加了锅水阻垢剂控制指标

(2) 对采用锅外和锅内加药联合水处理作出了相应的规定

与自然循环蒸汽锅炉一样，采用锅外和锅内加药联合处理的热水锅炉，给水和锅水水质可按单纯加药处理标准的规定执行。标准修订时在表4注1中规定：“对于额定功率小于等于4.2MW水管式和锅壳式承压的热水锅炉和常压热水锅炉，同时采用锅外水处理和锅内加药处理时，给水和锅水水质可参照表4的规定”。

(3) 对使用有机阻垢剂，给水硬度放宽至 $\leq 8.0 \text{ mmol/L}$

新型的有机配方的阻垢剂与水中结垢物质作用后生成的是螯合物，不会生成固体不溶物的水渣，不会造成堵管和增加锅炉排污率的后果。标准修订时在表4脚注a中规定：“使用与结垢物质作用后不生成固体不溶物的阻垢剂，给水硬度可放宽至小于等于8.0 mmol/L”。对使用无机阻垢剂的热水锅炉保留原标准的规定。

(四) 贯流锅炉、直流锅炉水质标准修订内容

表5 贯流锅炉、直流锅炉水质

| 区分 | 锅炉类型 | 贯流锅炉 | | | 直流锅炉 | | |
|----|----------------------------|--------------|--------------------|---------------------------|--------------|--------------------|---------------------------|
| | 额定蒸汽压力 MPa | $P \leq 1.0$ | $1.0 < P \leq 2.5$ | $2.5 < P < 3.8$ | $P \leq 1.0$ | $1.0 < P \leq 2.5$ | $2.5 < P < 3.8$ |
| 给水 | 浊度 FTU | ≤ 5.0 | ≤ 5.0 | ≤ 5.0 | --- | --- | --- |
| | 硬度 mmol/L | ≤ 0.030 | ≤ 0.030 | $\leq 5.0 \times 10^{-3}$ | ≤ 0.030 | ≤ 0.030 | $\leq 5.0 \times 10^{-3}$ |
| | pH (25℃) | 7.0~9.0 | 7.0~9.0 | 7.0~9.0 | 10.0~12.0 | 10.0~12.0 | 10.0~12.0 |
| | 溶解氧 mg/L | ≤ 0.10 | ≤ 0.050 | ≤ 0.050 | ≤ 0.10 | ≤ 0.050 | ≤ 0.050 |
| | 油 mg/L | ≤ 2.0 | ≤ 2.0 | ≤ 2.0 | ≤ 2.0 | ≤ 2.0 | ≤ 2.0 |
| | 全铁 mg/L | ≤ 0.30 | ≤ 0.30 | ≤ 0.10 | --- | --- | --- |
| | 全碱度 ^a mmol/L | --- | --- | --- | 6.0~16.0 | 6.0~12.0 | ≤ 12.0 |
| | 酚酞碱度 mmol/L | --- | --- | --- | 4.0~12.0 | 4.0~10.0 | ≤ 10.0 |



| | | | | | | | |
|----|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 溶解固形物 mg/L | --- | --- | --- | $\leq 3.5 \times 10^3$ | $\leq 3.0 \times 10^3$ | $\leq 2.5 \times 10^3$ |
| | 磷酸根 mg/L | --- | --- | --- | 10.0~50.0 | 10.0~50.0 | 5.0~30.0 |
| | 亚硫酸根 mg/L | --- | --- | --- | 10.0~50.0 | 10.0~30.0 | 10.0~20.0 |
| 锅水 | 全碱度 ^a mmol/L | 2.0~16.0 | 2.0~12.0 | ≤ 12.0 | --- | --- | --- |
| | 酚酞碱度 mmol/L | 1.6~12.0 | 1.6~10.0 | ≤ 10.0 | --- | --- | --- |
| | pH (25℃) | 10.0~12.0 | 10.0~12.0 | 10.0~12.0 | --- | --- | --- |
| | 溶解固形物 mg/L | $\leq 3.0 \times 10^3$ | $\leq 2.5 \times 10^3$ | $\leq 2.0 \times 10^3$ | --- | --- | --- |
| | 磷酸根 ^b mg/L | 10.0~50.0 | 10.0~50.0 | 10.0~20.0 | --- | --- | --- |
| | 亚硫酸根 ^c mg/L | 10.0~50.0 | 10.0~30.0 | 10.0~20.0 | --- | --- | --- |

表5 (续)

注 1: 贯流锅炉汽水分离器中返回到下集箱的疏水量, 应保证锅水符合本标准。

注 2: 直流锅炉给水取样点可定在除氧热水箱出口处。

注 3: 直流锅炉汽水分离器中返回到除氧热水箱的疏水量, 应保证给水符合本标准。

注 4: 硬度、碱度的计量单位为一价基本单元物质的量浓度。

a 对蒸汽质量要求不高, 并且不带过热器的锅炉, 锅水全碱度上限值可适当放宽, 但放宽后锅水的 pH 值不应超过上限。

b 适用于锅内加磷酸盐阻垢剂。采用其它阻垢剂时, 阻垢剂残余量应符合药剂生产厂规定的指标。

c 适用于给水加亚硫酸盐除氧剂。采用其它除氧剂时, 药剂残余量应符合药剂生产厂规定的指标。

1、删除直流锅炉锅水控制项目和指标

直流锅炉除氧热水箱的水是由补给水、回水和自汽水分离器中返回的疏水(即未蒸发的循环水)组成, 由此可见除氧热水箱中的水和自然循环锅炉的锅筒中锅水组成是一样的, 也就是说直流锅炉的给水与锅水相当, 控制给水水质也就控制了锅水水质, 标准修订时删除直流锅炉锅水控制项目和指标, 只规定给水控制项目和指标。

2、参考国外同类标准修订了直流锅炉水质标准

直流锅炉是从美日等国引进的锅炉, 是一种强制循环锅炉, 它的循环比和自然循环锅炉比要小得多, 因此这种锅炉受热面在高热负荷、高含汽量条件下工作, 给水带入锅炉的盐类大部分被汽水混合物带入到汽水分离器, 其余将沉积在锅炉受热面上, 为防止锅炉结生水垢, 要求锅炉的水质比自然循环锅炉高。参照了国外标准, 并结合我国国情, 确定了这类锅炉的水质指标。

与2001标准相比, 本标准增加、修改了以下项目和指标:

- 修改了给水 pH 控制指标
- 修改了给水溶解氧的指标;
- 增加、修改了给水全碱度控制指标;
- 增加、修改了给水酚酞碱度指标;
- 增加、修改了给水溶解固形物限定指标;
- 增加、修改了给水阻垢剂控制指标;



——增加、修改了给水除氧剂控制指标。

3、直流锅炉取样的规定

直流锅炉没有锅筒，无法直接取锅水监测水质，但系统中有一除氧热水箱，除氧热水箱的出水即为锅炉的给水。标准修订时，在表5的注2中规定“直流锅炉给水取样点可定在除氧热水箱出口处。”

4、直流锅炉疏水回收量的规定

直流锅炉是一种低循环比强制循环锅炉，循环比约为1.2~1.4（自然循环蒸汽锅炉循环比约为100~200）。给水由水泵强制送入锅炉的螺旋式盘管受热面，加热蒸发后的汽水混合物（饱和蒸汽含量75%~85%左右）由盘管流出，进入锅炉外部的汽水分离器，分离为蒸汽和疏水。其中大部分疏水又返回至除氧热水箱，小部分疏水被排放。由于疏水中碱度和溶解固形物等含量较高（与给水相比约浓缩4~7倍），返回到除氧热水箱后增加了给水的碱度和溶解固形物等含量，如果疏水回收量过大，会影响给水质量对锅炉造成危害，而疏水回收量太小则不利于节能减排。因此，返回除氧热水箱的疏水量应根据给水水质的要求和疏水浓度来调节分离出的蒸汽送至用户。因此，疏水回收量应根据给水水质的要求和疏水中溶解固形物的多少来调节。标准修订时，在表5的注3中规定“直流锅炉汽水分离器中返回到除氧热水箱的疏水量，应保证锅水符合本标准”。

注：循环比=流入蒸发管的水量/产生蒸汽量，

5、参考国外同类标准修订了贯流锅炉水标准

贯流锅炉是从日本引进的一种炉型，水循环也是强制循环，没有下降管。其与直流锅炉最大的区别是汽水分离器中返回的疏水不是进入除氧水箱，而是直接返回锅炉下环型集箱，循环比 ≤ 2 。

参照了日本JIS S8223: 1999《锅炉给水和锅炉水质》标准，并结合我国国情，确定了贯流锅炉的水质指标。

与2001标准相比，本标准增加、修改了以下项目和指标：

- 规定了给水 pH 的上限；
- 修改了给水溶解氧的指标；
- 修改了锅水全碱度控制指标；
- 增加了锅水酚酞碱度指标；
- 修改了锅水溶解固形物限定指标；
- 修改了锅水阻垢剂控制指标；
- 修改了锅水除氧剂控制指标。

6、贯流锅炉疏水回收量的规定

贯流锅炉是从日本引进的一种低循环比强制循环饱和蒸汽锅炉，给水由水泵强制送入下集箱，经直水冷壁管上升，加热后形成的汽水混合物进入上环型集箱后再引入锅炉外汽水分离器分离，分离出的蒸汽送至用户，分离出来的疏水一部分进入下集箱，由于汽水分离器分离出来的疏水溶解固形物含量很高，为了保证锅水水质，应排掉一部分疏水。标准修订时，在表5的注1中规定“贯流锅炉汽水分离器中返回到下集箱的疏水量，应保证锅水符合本标准”。

（五）余热锅炉水质

与原标准规定基本相同，删除“电热锅炉”，是因为电加热锅炉属于工业锅炉，没有必要特指。

（六）增加了补给水质量标准

1、补给水处理方式的规定



由于本标准是工业锅炉水质标准,不是水处理设计标准,不便于对补给水处理方式作出具体规定,只能提出原则性的要求。标准修订时,在4.5.1条规定:“应当根据锅炉的类型、参数、回水回收率、排污率、原水水质和锅水、给水质量标准选择补给水处理方式”。

2、补给水水质的规定

因为大多数工业锅炉给水主要是由补给水组成,补给水的优劣会直接影响给水质量, GB/T 12145《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》中的补给水质量没有规定一级钠离子交换软化水和反渗透除盐水质标准,恰恰工业锅炉这两种补给水最为常用;另外, GB/T 12145针对的是电站锅炉,而工业锅炉水质要求不必要那么高,一则设备投入过高,再则水处理设备运行费用太大,不符合实际需要。由于工业锅炉水处理方式种类繁多,各地区水质千差万别,难以统一规定,标准修订时对补给水水质只作出了原则性的要求,在4.5.2条规定:“补给水处理方式应保证给水质量符合本标准”。

3、软水器出水氯离子的规定

根据广东省对各类型软水器在锅炉使用单位实际运行分析数据的调查情况来看,进口的全自动软水器大部分再生后置换、正洗的时间设定较短,正洗水量较小,投运初期虽然硬度合格,但出水氯离子含量往往要比进水氯离子高出1倍以上。另外连续床(主要是流动床),当原水质发生变化时,水处理作业人员调整操作水平较低或者懒于频繁调整清洗水量、再生液流量和预清洗流量,出水氯离子含量往往要比进水氯离子大很多。再生剂进入锅炉不但造成锅炉排污率增加,还会加速金属腐蚀,因此有必要对软水器出水氯离子作出规定。标准修订时,在4.5.3条规定:“软水器再生后或连续床出水氯离子含量不得大于进水氯离子含量1.1倍”。

4、对锅炉排污率的规定

据调研,目前工业锅炉排污率普遍较高,降低锅炉排污率对节能减排意义重大。目前我国在用工业蒸汽锅炉达50多万台,日蒸发量上千万吨,据测算锅炉排污率每降低1%,全年就可节省燃料几百万吨。以广东省为例按全省工业锅炉蒸发量为45000t/h,运行时间300天计,工业锅炉排污率每降低1%,全年可节省标准煤消耗约32万吨或节省燃油23万吨。

锅炉排污率过高的原因:①锅炉水处理系统设计时没有根据水源水质选择水处理方式,导致给水溶解固形物较高;②水源水质逐年劣化,锅炉排污率有不断上升之势;③水处理设备选择不当或操作失误,再生废液进入锅炉;④锅炉产生的蒸汽用于生产后冷凝水回收率普遍较低,不能有效降低给水溶解固形物;⑤使用单位没有按要求化验水质,盲目排污。

为了促进锅炉节能减排,对采用不同的水处理方式的锅炉有必要限定其排污率的上限。标准修订时,在4.5.4条规定:“以软化水为补给水或单纯采用锅内加药处理的锅炉正常排污率不宜超过10.0%;以除盐水为补给水的锅炉正常排污率不宜超过2.0%”。当锅炉的排污率超过了规定值时,应改进水处理方式,提高补给水质量,或通过增加回水利用率等方式提高给水水质。

(七)增加了回水质量标准

1、回水利用的意义

——蒸汽冷凝水中溶解杂质很少,与软化水混合后给水中的溶解固形物可降低3~5倍,排污率可下降4~6倍;



——蒸汽冷凝水与软化水混合后给水温度可以得到有效的提高,起到热力除氧的目的,对防止锅炉的氧腐蚀有帮助;

——锅炉水耗可以极大的降低;

——减少锅炉补给水量,水处理设备运行周期延长,再生剂用量降低,水处理设备自用水耗减少,再生废液总量下降。

2、工业锅炉回水回收利用率较低的主要原因

——锅炉房设计单位在进行设计时没有设计蒸汽冷凝水回收系统,冷凝水无法回用;

——蒸汽冷凝水回收装置会增加设备一次性投入,业主通常不清楚蒸汽冷凝水回收的效益远比设备一次性投入大,因此不愿意增加投入;

——有回收装置的,但因没有采取相应的水处理措施,导致回水铁离子不合格,而无法回收利用。

——由于蒸汽系统和冷凝水系统存在着二氧化碳的腐蚀,当回水再使用时,由于铁离子对测定硬度有干扰,误将硬度合格的回水,判定为不合格而排放掉了。

3、回水水质标准

(1) 回水回收利用的原则

工业锅炉生产返回水质量受换热介质和换热装置影响较大,回水能否回收利用应当以保证给水符合本标准为前提,当回水质量满足给水水质符合相应的标准时,应尽可能的提高回水利用率。不合格的回水应排放掉,或者进行处理,合格后方能回收利用。

(2) 回水监测项目

——常规分析项目的确定

回水普遍存在的污染物质主要是硬度、铁离子和油,对不同的换热介质还可能含有其它的污染物,不便逐一规定对各种污染物的限定指标。

——标准值和期望值

规定其标准值,是限定回水与补给水混合后,给水水质满足本标准的规定;规定其期望值,期望回水本身就符合给水标准,鼓励提高回水回收利用率。

——其它项目的监测

回水受到其它杂质的污染,随换热介质的不同而不同,为了防止污染物对锅炉造成危害,同时应根据回水可能受到的污染介质增加必要的监测项目。

五、水质分析方法

(一) 选择分析方法的原则

本标准所有水质规定指标都会涉及到分析方法,选择分析方法应遵循以下原则:

- 1、有国家(或行业)标准分析方法,且水质范围和分析条件符合本标准规定的,应按相关国家标准分析方法执行。
- 2、尚无国家(或行业)标准分析方法或国家(行业)标准分析方法不适合本标准水质范围和分析条件的项目,应按照本标准规范性附录执行。
- 3、国家(或行业)标准分析方法受分析条件的限制或者不适合现场例行分析的,本标准规定了规范性附录。在执行本标准中,应首选国家标准分析方法,确因分析条件或者分析时间的限制,当规范性附录的测定方法不影响与国家标准测定方法进行比较,也可采用规范性附录的测定方法。
- 4、本标准有的项目列有两种以上的分析方法,可根据水质范围和具体条件选用。

(二) 水质分析方法编制说明



1、试剂的纯度和试剂水

GB/T 6903《锅炉用水和冷却水分析方法 通则》已对锅炉水质分析用的试剂的纯度和试剂水作出了明确规定，因此应按 GB/T 6903 要求执行。

2、标准溶液配制和标定方法

GB/T 601《化学试剂 标准滴定溶液的制备》已对锅炉水质分析用的各种标准溶液的配制和标定方法作出了统一的规定，因此应按 GB/T 6903 要求执行。但有些标准溶液的浓度与引用的标准分析方法有所不同，制备标准滴定溶液时可根据实际情况进行必要的调整。

3、水样的采集、水样的存放与运输

GB/T 6907《锅炉用水和冷却水分析方法 水样的采集方法》对原水、补给水、给水、锅水等水样的采集方法，水样的存放与运输条件都作出了明确规定。本标准所涉及到的水样的采集、水样的存放与运输应按 GB/T 6907 的规定执行。

4、分析工作步骤、平行测定次数

水质分析的工作步骤按 DL/T 502.1《火力发电厂水汽分析方法 总则》规定的次序进行测定。平行测定次数应按 GB/T 6903《锅炉用水和冷却水分析方法 通则》的要求执行。

5、浊度测定方法的选择

浊度的测定应根据具体条件选择 GB/T 12151《锅炉用水和冷却水分析方法 浊度的测定（福马肼浊度）》或本标准附录 A（规范性附录）浊度的测定（浊度仪法）。

GB/T12151《锅炉用水和冷却水分析方法 浊度的测定（福马肼浊度）》，采用分光光度计测定水样浊度，水质范围和分析条件符合本标准规定，在水质分析时可选 GB/T12151 的测定方法。但鉴于工业锅炉普遍采用浊度仪测定浊度，浊度仪与分光光度计测定水样浊度相比，具有操作简便的特点，同时仪器的重复性、再现性、准确度均于 GB/T12151 相当。根据 GB/T1.1-2000《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写规则》第 4.5 条适用性的原则，规定了附录 A（规范性附录）浊度的测定（浊度仪法），供执行者选用。

6、硬度的测定

硬度的测定应根据水质范围选择 GB/T 6909.1《锅炉用水和冷却水分析方法 硬度的测定—高硬度》或 GB/T 6909.2《锅炉用水和冷却水分析方法 硬度的测定—低硬度》分析方法。

GB/T 6909.1 适用于水样硬度测定范围是：0.1~5mmol/L。

GB/T 6909.2 适用于水样硬度测定范围是：0.1~1×10⁻³mmol/L。

7、pH 的测定

pH 的测定应根据水的性质选择 GB/T 6904.1《锅炉用水和冷却水分析方法 pH 测定—玻璃电极法》或 GB/T 6904.3《锅炉用水和冷却水分析方法 pH 测定—用于纯水的玻璃电极法》分析方法。

GB/T 6904.1 适用于原水、软化水、软化水作补给水的给水、锅水等水样的 pH 测定。

GB/T 6904.3 适用于除盐水、除盐水作补给水的给水、回水等水样的 pH 测定。

8、溶解氧的测定



溶解氧的测定应根据具体条件选择 GB/T 12157 《锅炉用水和冷却水分析方法 溶解氧的测定 内电解法》或本标准附录 B (规范性附录) 溶解氧的测定 (氧电极法)。

GB/T12157 和本标准附录 B 的水质范围和分析条件均满足本标准的规定。GB/T12157 方法中的试剂的配制和标定较为繁琐、技术要求较高,测定时受干扰的因素比较多,可能对分析结果带来影响。而溶解氧分析仪表不需要进行试剂的配制和标定,测定的准确性要比内电解法高,有条件的单位可采用氧表测定溶解氧。为了规范氧表的测定,规定了附录 B (规范性附录) 溶解氧的测定 (氧电极法),执行者可根据水质范围和具体条件选用。

9、油的测定

油的测定应根据具体条件选择 GB/T 12152 《锅炉用水和冷却水分析方法 油的测定 红外光度法》或本标准附录 C (规范性附录) 油的测定 (重量法)。

GB/T12152 采用红外分光光度计测定水样含油量,水质范围和分析条件符合本标准规定。但鉴于红外油分析仪价格较贵,大多数标准执行者习惯采用重量法测定油的含量,GB1576-2001 附录 A15 规定了油的测定 (重量法),近 30 年的实践证明,此种方法适用于工业锅炉用水中油的测定。本标准仍沿用此方法,将其修订为附录 C (规范性附录) 油的测定 (重量法)。

10、全铁的测定

全铁按 DL/T 502.25 《火力发电厂水汽分析方法 全铁的测定 磺基水杨酸分光光度法》规定的分析方法进行测定。DL/T 502.25 适用于全铁含量在 0.05~10.00mg/L 范围内的锅炉用水水样的测定。当水样全铁含量小于 0.05mg/L 时,应选择 GB/T14427 《锅炉用水和冷却水分析方法 铁的测定》。

11、电导率的测定

电导率按 GB/T 6908 《锅炉用水和冷却水分析方法 电导率的测定》规定的分析方法进行测定。

GB/T 6908 适用于电导率大于 $3\mu\text{S}/\text{cm}$ 水样的测定,当水样电导率小于等于 $3\mu\text{S}/\text{cm}$ 时,应动态测定方法。

12、全碱度和酚酞碱度的测定

全碱度和酚酞碱度按 GB/T 14419 《锅炉用水和冷却水分析方法 碱度的测定》规定的分析方法进行测定。

GB/T 14419 规定了酸碱指示剂滴定法和 pH 电位滴定法,执行者可根据具体测定条件选用。

13、溶解固形物的测定

(1) GB/T14415 不适用于工业锅炉锅水溶解固形物的测定

GB/T14415 《锅炉用水和冷却水分析方法 固体物质的测定》中的溶解固体的测定,只适用于以除盐水作补给水的锅水溶解固体的测定。而工业锅炉大多以软化水作补给水,锅水 OH^- 和 CO_3^{2-} 碱度较高,若采用 GB/T14415 测定溶解固体,会给测定结果带来系统误差。另外,有些工业锅炉锅水可能含有硬度,可能以氯化钙、氯化镁、硝酸钙、硝酸镁形式存在,分析过程中蒸干后氯化钙、氯化镁、硝酸钙、硝酸镁吸湿性很强,干燥时由于可能吸入空气中的水分,影响分析结果的准确性。

(2) 附录 D 溶解固形物的测定 (重量法) 适用的水质

本标准在修订时,根据工业锅炉用水的特点,制定了附录 D (规范性附录) 溶解固形物的测定 (重量法),在溶解固形物的测定方法中分别规定了三种方法:



第一种方法适用于一般水样和以除盐水作补给水的锅炉水样;第二种方法适用于酚酞碱度较高锅水;第三种方法适用于含有大量吸湿性很强的固体物质,如氯化钙、氯化镁、硝酸钙、硝酸镁等水样。

(3) 锅水溶解固形物的间接测定

本标准附录D是溶解固形物的经典测定方法,准确度较高,但操作繁琐,费时较长,一般锅炉房不具备测试条件,水处理人员也不易掌握,不适用现场实时监控的测定。为了方便本标准的实施和现场实时监控的测定,制定了附录E(规范性附录)锅水溶解固形物的间接测定。溶解固形物间接测定中的固导比法和固氯比法,具有快速、简捷、适合于现场实时监控的要求,是在附录D基础上制定的。

——根据锅炉水质监测整理的数据分析,发现锅水溶解固形物与氯离子的比值(通常称为“固氯比”)极不稳定,同一台锅炉在供水条件相同情况下,也有很大的变化,其主要原因是软水器再生后,清洗不彻底,而导致部分氯离子渗漏;或者采用连续式软水器的,清洗塔的清洗流量和树脂循环量控制不当时,也会造成再生剂泄漏。因此采用“固氯比”的方法控制锅水溶解固形物,可靠性较差。

——锅水溶解固形物与电导率的比值则比较稳定,具有操作简便、准确可靠的优点。采用测定电导率的方法来间接控制锅水溶解固形物时,应将锅水中的酚酞碱度用硫酸中和成中性盐之后,再测定其电导率。因为锅水的酚酞碱度千差万别,即使同一台锅炉,其酚酞碱度都时刻发生变化。根据试验得知,水中溶解的杂质中酸性物质导电性最强,碱性物质次之,中性盐最小。由于锅水中OH⁻导电性远远强于中性盐,测定的电导率也就很高,锅水溶解固形物与电导率的比值就会发生很大的变化,所求出的电导率与溶解固形物的比例关系不具有代表性,不能反应锅水溶解固形物的真实情况。因此,在标准修订时在“固导比”法中规定“采用固导比法时,对于酸性或碱性水样,为了消除H⁺和OH⁻的影响,测定电导率时应当预先中和水样”。

(4) 溶解固形物测定方法的选择

溶解固形物按本标准附录D规定的分析方法进行测定。溶解固形物也可以采用附录E的方法来间接控制,但溶解固形物与电导率或氯离子的比值关系应根据试验确定,并定期进行复测和修正。

14、磷酸根的测定

磷酸根应根据具体条件和锅水磷酸盐的成份选择GB/T 6913.3《锅炉用水和冷却水分析方法 总磷酸盐》、GB/T 6913.4《锅炉用水和冷却水分析方法 磷酸盐的测定》或本标准附录F(规范性附录)磷酸盐的测定(磷钼蓝比色法)。

GB/T6913.3和GB/T6913.4采用分光光度计测定水样磷酸根的含量,水质范围和分析条件符合本标准规定。但大多数工业锅炉使用单位没有分光光度计,不具备分析条件,可能影响本标准的执行。GB1576-2001附录11规定了磷酸盐的测定(磷钼蓝比色法),近30年的实践证明,此种方法适用于工业锅炉用水磷酸盐的测定。本标准仍沿用此方法,将其修订为附录F(规范性附录)磷酸盐的测定(磷钼蓝比色法)。

——GB/T6913.3适用于原水、锅水等水样中总磷酸盐(包括正磷酸盐、聚磷酸盐和有机磷酸盐)的测定。测定范围0~20mg/L,当水样总磷酸盐大于20mg/L时,应将水样稀释后测定。



——GB/T6913.4 适用于原水、锅水等水样中溶解性正磷酸盐和总磷酸盐的测定。测定范围 0~10mg/L, 当水样总磷酸盐大于 10mg/L 时, 应将水样稀释后测定。

——本标准附录 F 适用于原水、锅水等水样中溶解性正磷酸盐的测定, 磷酸根测定范围 2~50mg/L。

15、亚硫酸根的测定

亚硫酸根按 GB/T 14426 《锅炉用水和冷却水分析方法 亚硫酸盐的测定》规定的分析方法进行测定。

GB/T 14426 分别规定了碘量法、分光光度法测定亚硫酸根的方法。

GB/T 14426 适用于原水、给水、锅水等水样的亚硫酸根测定。碘量法亚硫酸根范围为大于 2 mg/L; 分光光度法亚硫酸根范围为小于 3 mg/L。执行本标准时, 采用碘量法测定亚硫酸根的含量。

16、氯离子的测定

氯离子应根据水中干扰物质的成份选择 GB/T 6905.1 《锅炉用水和冷却水分析方法 氯化物的测定 摩尔法》或本标准附录 G (规范性附录) 氯化物的测定 (硫氰酸铵滴定法)。

GB/T6905.1 《锅炉用水和冷却水分析方法 氯化物的测定 摩尔法》不适用于含有碳酸根(CO₃²⁻)、亚硫酸根(SO₃²⁻)、磷酸根(PO₄³⁻)、聚羧酸盐和有机膦等水样的氯化物的测定。而工业锅炉锅水中上述干扰物质含量较高, 测定误差很大, 特别是锅内加有聚羧酸盐和有机膦等防垢剂时, 氯离子的测定误差高达 20%, 无法真实反应锅水实际情况。而工业锅炉排污率的计算和溶解固形物的控制, 一般根据锅水氯离子含量进行, 因此, 常常导致现在锅炉过量排污, 造成能源的极大浪费, 不利于锅炉的节能减排。制定快速、简捷、准确测定锅水氯化物的试验方法十分必要。标准起草人通过论证和大量试验制定了用铁铵矾作为指示剂, 以硫氰化铵作为标准溶液进行滴定的方法, 并对氯化物的测定 (硫氰化铵滴定法) 的准确度进行了检验。

——不同方法的对比试验

在 Cl 含量为 1000mg/L 标准水样中加入碳酸钠、亚硫酸钠、磷酸三钠, 然后用除盐水稀释, 配制成 Cl 含量为 400 mg/L、CO₃²⁻含量为 200 mg/L、SO₃²⁻含量为 20 mg/L、PO₄³⁻含量为 20 mg/L 的合成试样, 再加入 2ml 含有聚羧酸盐和有机膦等药剂的阻垢剂。分别用离子色谱法、电位滴定法、摩尔法本方法测定合成水样的 Cl 含量。由广东省电力化学与环境测试中心测试, 测定结果见表 7。

表 6 不同方法的对比试验

| 试验方法 | 离子色谱法 | 电位滴定法 | GB/T6905.1 方法 | 本标准附录 G 方法 |
|---------------|--------|-------|---------------|------------|
| Cl 测定值 (mg/L) | 407 | 414 | 510 | 398 |
| 相对误差 | +1.75% | +3.5% | +27.5% | -0.5% |

通过各种试验检验附录 G 方法的准确度, 试验证明附录 G 方法测定 Cl 可消除溶液中各种阴离子的干扰, 相对误差符合要求。

17、锅水相对碱度的测定

锅水的游离氢氧化钠含量 (mg/L) 与锅水溶解固形物含量 (mg/L) 的比值即为相对碱度。



锅水的游离氢氧化钠含量是根据酚酞碱度和全碱度的关系计算得出的，在计算游离氢氧化钠含量时，锅水中的氨、磷酸盐、硅酸盐、亚硫酸盐、腐植酸盐等碱度成份可忽略不计。

按 GB/T 14419 分别测定酚酞碱度 (JD_P) 和全碱度 (JD)，再按本标准附录 D 或附录 E 测定溶解固形物。锅水相对碱度按式 (1) 计算

$$JD_{XD} = \frac{(2 \times JD_P - JD) \times 40}{RG}$$

式中：

JD_{XD} —锅水相对碱度；

JD_P —锅水酚酞碱度，mmol/L；

JD —锅水全碱度，mmol/L；

RG —锅水溶解固形物，mg/L。

标准 锅炉水质