

ICS 27.060.30

J98

CBWA

中国锅炉与锅炉水处理协会  
团体标准

T/CBWA 00xx—2022

锅炉水容积测试技术规范

(征求意见稿)

2022-0X-01 发布

2022-0X-01 实施

# 目次

1 适用范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 试验原理与方法 .....	1
5 试验装置、设备和仪器性能指标要求 .....	2
6 试验条件与试验准备 .....	2
7 检验步骤要求 .....	3
8 数据记录与报表 .....	5
附录 A（资料性附录） .....	6
附录 B（资料性附录） .....	14

# 锅炉水容积测试技术规范

## 1 适用范围

本标准规定水容积测试的原理与方法、测试要求、性能指标、测量项目、数据记录格式。

本标准适用于以烟气、蒸汽、水或其他介质为热交换工质的换热产品水容积测试。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 18443.8-2010 真空绝热深冷设备性能试验方法 第8部分容积测量

NB/T 10941-2022 小型锅炉和常压热水锅炉技术条件

T/CBWA 00xx—2022 锅炉水容积鉴定办法

## 3 术语和定义

### 3.1 几何容积 geometric volume

按设计的几何尺寸确定的内容器内部的体积（扣除内件的体积）。

### 3.2 有效容积 effective volume

在使用状态下，内容器允许的最大盛液容积。

## 4 试验原理与方法

### 4.1 称重测量法

将常温下已知密度液体（通常为自来水，以下简称水）按测试要求（锅炉水容积测量需满足锅炉水容积要求）注入被测产品，通过测量注水前后产品质量差或直接称量水质量，计算被测产品的容积，用于对产品容积或组件容积等的测量。

### 4.2 几何尺寸测量法

利用长度、厚度、计量器具通过测量被测产品各部分组件规则几何构型的长度、厚度参数，计算其各部分组件容积并累加，得到整体容积。用于对几何容积等的测量。

### 4.3 流量计测量法

利用流量计累积测量注入或流出被测产品的水体量，计算被测产品的容积。

### 4.4 水容积测量方法选取准则

结构几何尺寸规则的产品可以选择几何尺寸测量法；被测产品满足可独立测量产品重量和注水后测量产品与水总重量或可将产品中的水完全排空并收集的，可选择称重测量法测量被测产品注满水前后产品重量或者测量排出水重量。几何尺寸测量法和称重测量法都不适用时，可以采用流量测量法。选取以上测量方法测量的同时，需校验设计图纸计算的产品水容积。

## 5 试验装置、设备和仪器性能指标要求

### 5.1 质量测量：

最大称量为实际称量的1.5-3倍，等级III。

### 5.2 尺寸测量：

钢直尺：精度0.05级，分度值1mm；钢卷尺：精度II级，示值误差不超过 $\pm(0.3+0.2L)$  mm；游标卡尺：精度0.1mm。厚度测量器具的精度为0.1mm。

### 5.3 流量测量

流量测量精度为1.5级，可选用超声波流量计、涡轮流量计及电磁流量计。流量在 $0-5\text{m}^3/\text{h}$ 时，采用涡轮流量计或电磁流量计， $5-50\text{m}^3/\text{h}$ 时，可采用涡轮流量计，也可采用超声波流量计， $50\text{m}^3/\text{h}$ 以上，采用超声波流量计。

### 5.4 温度测量

温度测量精度按照GB/T 10180规定的温度显示仪表精度的要求。

### 5.5 大气压力

压力精度按照GB/T 10180规定的压力测量采用的压力表使用精度等级的要求。

## 6 试验条件与试验准备

### 6.1 被检产品的状态要求

6.1.1 受试产品处正常状态，确认水容积测试部分并保持内部通畅，无堵塞。

6.1.2 符合称重测量法测试现场的需设有水泵等注水装置和压缩空气等吹扫装置并确保被测设备排空。可独立测量设备重量和注满水后测量设备与水总重量的需将产品拆除，方便称量。符合流量测量法的测试现场需设有水泵等注水装置并确保被测设备排空。

6.1.3 受试设备系统对应能效测试测点位置应按照相关要求设置合适的测试平台，还应搭设脚手架以方便检测人员装设并操作相关检测设备。

## 6.2 检验前准备事项

6.2.1 水容积测试工作开始前应制订测试大纲。测试大纲编写工作应当由具有测试经验的专业人员承担。对相同型号设备进行测试时，可用同一测试大纲。测试大纲至少包括以下内容：

- (1) 测试任务、目的与要求；
- (2) 根据测试的目的、型号、系统特点确定测量项目；
- (3) 测点布置与所需仪表；
- (4) 人员组织与分工；
- (5) 测试工作程序。

6.2.2 测试使用的仪表均应是在检定和标定的有效期内，且应具备法定计量部门出具的检定合格证或检定印记；测试前后应对所用仪表加以检查。

6.2.3 按测试大纲中测点布置图的要求安装仪器、仪表。

6.2.4 全面检查设备的运行状况是否正常，如有不正常现象应排除。

6.1.5 应注意被测试装置必须与其他管路工质完全隔绝，以防止泄漏影响试验结果的精确性。

6.1.6 测试时由于不便拆装而须采用用户仪表测量的，应该核对其检定及有效期。

6.1.7 制造单位需要提供以下产品资料：

- (1) 设计说明书；
- (2) 总图；

## 7 检验步骤要求

### 7.1 检验项目及方法

7.1.1 检验项目具体根据大纲而定。

7.1.2 水容积测量方法：

- (1) 称重测量法：①产品重测量法，将被测件置于选定的衡器上，称出未装水时被测件质量 $M_0$ 。

向被测件注满水（或设计正常水位），关闭被检件气、液进出口阀，称出总质量 $M$ 。用温度计测量水温度 $t$ ，用智能大气压计测量大气压力 $P_a$ 。②水重测量法，将被测产品注水至符合水容积测试要求的水位处排空水（可将产品内水用压缩空气全部排空），测量完全排出的水质量 $M_s$ 或满水（或设计正常水位）与排水后产品重量差 $M_s'$ ，用温度计测量水温度 $t$ ，用智能大气压计测量大气压力 $P_a$ 。

（2）几何尺寸测量法：根据被检件的大小，用钢卷尺分别测量被检件各部分的长度 $L$ ，用直尺或游标卡尺分别测量被检件各部分直径 $d$ ，用测厚仪分别测量被检件各部分厚度 $\delta$ （无法用测厚仪测量壁厚时采用设计壁厚），各特征尺寸至少测量三次，取平均值。

（3）流量计测量法：将被检件与流量计相连接，记录流量计初始值 $Q_0$ ，观察注入水满足水容积测试时（满水状态即顶端溢出管流出水或设计正常水位处），记录流量计累积值 $Q_1$ 。

## 7.2 数据计算及处理

### 7.2.1 数据处理

#### （1）称重测量法

①采用称重测量法产品重测量法时，被检件的容积按式（1）计算：

$$V_1 = \frac{M - M_0}{\rho} \quad (1)$$

$V_1$ ——称重测量法产品重测量法被检件的容积，单位为立方米（ $m^3$ ）或升（L）；

$M$ ——被检件与注满水的质量之和，单位为千克（kg）；

$M_0$ ——未装水时被检件的质量，单位为千克（kg）；

$\rho$ ——水密度，通常为水，由温度、压力查表得到，单位为千克每立方米（ $kg/m^3$ ）。

②采用称重测量法水重测量法时，被检件的容积按式（2）或（3）计算：

$$V_1' = M_s / \rho \quad (2)$$

$V_1'$ ——称重测量法水重测量法被检件的容积，单位为立方米（ $m^3$ ）或升（L）；

$M_s$ ——完全排出的水质量，单位为千克（kg）。

$$V_1' = M_s' / \rho \quad (3)$$

$M_s'$ ——满水（或设计正常水位）与排水后产品重量差，单位为千克（kg）。

#### （2）几何尺寸测量法

$$V_2 = \sum_{i=1}^n V'_{2i} \quad (4)$$

$V_2$ ——几何尺寸测量法被检件的容积，单位为立方米（ $m^3$ ）或升（L）；

$V'_{2i}$ ——被检件各部分容积，由式（3）算得。单位为立方米（ $m^3$ ）或升（L）。

$$V'_{2i} = \pi d^2 L / 4 \quad (5)$$

### （3）流量测量法

采用称重测量法时，被检件的容积按式（6）计算：

$$V_3 = Q_1 - Q_0 \quad (6)$$

$V_3$ ——流量测量法被检件的容积，单位为立方米（ $m^3$ ）或升（L）；

$Q_1$ ——从顶端溢流口流出水时流量计累积值，单位为立方米（ $m^3$ ）；

$Q_0$ ——流量计初始，单位为立方米（ $m^3$ ）；

7.2.2 检验人员应按照相关规定填写检验结果，对结果的真实性负责；

7.2.3 在试验过程中或整理试验结果时，发现观测到的数据中有严重异常情况，则应考虑将此工况的试验舍弃，如果受影响的部分是在试验的开头或结尾处，则可部分舍弃，如有必要则应重作该工况试验。

## 8 数据记录与报表

### 8.1 记录

试验记录可参照本标准附录 A 的表格形式。

### 8.2 报告

试验报告可参照本标准附录 B 的表格形式。

## 附录 A（资料性附录）

### 一、水容积测试大纲

编号：

<b>委托单位</b>		<b>产品型号</b>	
<b>测试任务</b>	水容积测试	<b>产品编号</b>	
<b>测试目的</b>	对该产品水容积进行测试。		
<b>测试依据</b>	参照 GB/T 18443.8-2010 真空绝热深冷设备性能试验方法 第 8 部分容积测量 参照 TSG 11-2020 锅炉安全技术规程 参照 JB/T 7985-2002 小型锅炉和常压热水锅炉技术条件 相关行业标准及法规		
<b>测试项目</b>	<b>仪器、仪表</b>	<b>测试位置</b>	<b>是否测量</b>
大气压力	大气压计	测试产品附近	是□ 否□
环境温度	温度计	测试产品附近	是□ 否□
未装水时产品重量	称	被测产品整体	是□ 否□
装满水时产品重量	称	被测产品装水后整体	是□ 否□
排空水后产品重量	称	被测产品整体	是□ 否□
排出水的重量	称	产品排水处	是□ 否□
装入水的体积	流量计	注水管	是□ 否□
水温	温度计	水泵出水口	是□ 否□
产品各部分尺寸	卷尺、游标卡尺、 测厚仪	被测产品整体	是□ 否□
以下空白			
<b>测试工作程序：</b>			
1. 被测产品满足可独立测量产品重量和注水后测量产品与水总重量或可将产品中的水完全排空并收集的,可选择称重测量法测量被测产品注满水前后产品重量或者测量排出水重量。若不满足产品称重测量条件,可选择几何尺寸测量法或流量测量法。几何尺寸测量法通过测量产品各部分特征尺寸(长度、直径、壁厚)计算水容积。流量测量法用流量计测量装入水的容积。 2. 测试开始前,仪器仪表安装并在检定有效期内、技术资料登记。 3. 测试过程中,称重测量法保证水温恒定且注满被测装置,几何尺寸测量法各尺寸至少测量 3 处,并对测试数据进行记录。 4. 测试结束后,仪器仪表拆卸装箱、样品标识。 5. 测试人员①、②岗位由测试负责人确定并安排工作。			
测试人员岗位①：	岗位②：	岗位③：	日期：
测试负责人：			日期：
编制：	日期：	审核：	日期：

注：选择项“√”，未有提供“—”，未测试项“△”，无此项“在项目名称上划双横线”。



## 二、综合信息记录表

编号：

### 1.基本信息

使用单位				产品名称	
委托单位				测试装置名称	
制造单位				产品型号	
装置结构类型				产品图号	
联系人		联系电话		产品编号	
测试地点				投用日期	
设计水容积					
装置基本情况					
2.测试现场情况					
测试产品种类	配置水位控制的蒸汽锅炉 <input type="checkbox"/> 直流式蒸汽锅炉 <input type="checkbox"/> 多模块直流式蒸汽锅炉 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/>				
测试方法	称重测量法（产品重 <input type="checkbox"/> 水重 <input type="checkbox"/> ） 几何尺寸测量法 <input type="checkbox"/> 流量计测量法 <input type="checkbox"/>				
备注					
记 录				记 录 日 期	
校 对				校 对 日 期	

注：选择项“√”，未有提供“—”，未测试项“△”，无此项“在项目名称上划双横线”。

### 三、水容积测试现场使用设备表

编号：

序号	设备编号	测试项目	仪器	型号	精度	量程	有效期
备注							
记录				记录日期			
校对				校对日期			

注：选择项“√”，未有提供“——”，未测试项“△”，无此项“在项目名称上划双横线”

#### 四、设计数据记录表

产品型号				产品编号	
序号	名称	符号	单位	设计数据	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
备注					
记 录		记 录 日 期			
校 对		校 对 日 期			

注：选择项“√”，未有提供“——”，未记录项“△”，无此项“在项目名称上划双横线”。

## 五、称重测量法测试数据记录表

编号：

产品型号				产品编号			
序号	名称	符号	单位	测试数据 1	测试数据 2	测试数据 3	平均值
1	环境温度	$t_a$	°C				
2	大气压力	$P_a$	kPa				
3	未装水时产品重量	$M_0$	kg				
4	装满水（或设计正常水位） 时产品重量	$M$	kg				
5	满水（或设计正常水位）与 排水后产品重量差	$M_s'$	kg				
6	产品注满水（或设计正常水 位）后排出水质量	$M_s$	kg				
7	水温	$T$	°C				
8	水密度	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>				
9	称重测量法容积（产品重 法）	$V_l$	L				
10	称重测量法容积（水重法）	$V_l'$	L				
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
备注							
记 录		记 录 日 期					
校 对		校 对 日 期					

注：选择项“√”，未有提供“—”，未测试项“△”，无此项“在项目名称上划双横线”。

## 六、几何尺寸测量法测试数据记录表

编号：

产品型号				产品编号			
序号	名称	符号	单位	测试数据 1	测试数据 2	测试数据 3	平均值
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
备注							
记 录			记 录 日 期				
校 对			校 对 日 期				

注：选择项“√”，未有提供“—”，未测试项“△”，无此项“在项目名称上划双横线”。

## 七、流量计测量法测试数据记录表

编号：

产品型号				产品编号			
序号	名称	符号	单位	测试数据 1	测试数据 2	测试数据 3	平均值
1	流量计初始值	$Q_0$	$m^3$				
2	流量累积值	$Q_1$	$m^3$				
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
备注							
记录			记录日期				
校对			校对日期				

注：选择项“√”，未有提供“—”，未测试项“△”，无此项“在项目名称上划双横线”。

附录 B (资料性附录)

一、水容积测试综合报告

产品名称		产品型号	
测试装置名称		产品图号	
装置结构类型		产品编号	
制造单位		联系人及电话	
委托单位		联系人及电话	
使用单位		联系人及电话	
测试地点			
装置基本情况			
设计水容积			
测试依据	参照 GB/T 18443.8-2010 真空绝热深冷设备性能试验方法 第 8 部分容积测量 参照 TSG 11-2020 锅炉安全技术规程 参照 NB/T 10941-2022 小型锅炉和常压热水锅炉技术条件 相关行业标准及法规		
测试产品种类	配置水位控制的蒸汽锅炉 <input type="checkbox"/> 直流式蒸汽锅炉 <input type="checkbox"/> 多模块直流式蒸汽锅炉 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/>		
测试方法	称重测量法 (产品重 <input type="checkbox"/> 水重 <input type="checkbox"/> )      几何尺寸测量法 <input type="checkbox"/> 流量计测量法 <input type="checkbox"/>		
测试结果	称重测量法容积		
	几何尺寸测量法计算容积		
	流量计测量法容积		
测试人员:			
测试负责人:	(测试机构测试专用章或者公章)		
报告编制:			
报告审核:			
报告批准:			
			年    月    日

## 二、水容积测试结果汇总

序号	项目	符号	单位	测试结果
<b>1. 称重测量法水容积</b>				
1	环境温度	$t_a$	°C	
2	大气压力	$P_a$	kPa	
3	未装水时产品重量	$M_0$	kg	
4	装满水（或设计正常水位）时产品重量	$M$	kg	
5	满水（或设计正常水位）与排水后产品重量差	$M_s'$	kg	
6	产品注满水（或设计正常水位）后排出水质量	$M_s$	kg	
7	水温	$T$	°C	
8	水密度	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	
9	称重测量法容积（产品重法）	$V_l$	L	
10	称重测量法容积（水重法）	$V_l'$	L	
<b>2. 几何尺寸测量法水容积</b>				
1	产品几何尺寸法计算水容积	$V_2$	L	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
<b>3. 流量计测量法水容积</b>				
1	产品流量计测量法测量水容积	$V_3$		
2	流量计初始值	$Q_0$		
3	流量累积值	$Q_1$		
<b>4. 产品设计图样尺寸计算容积</b>				
1	产品设计图样尺寸计算容积	$V_{sj}$		
<b>测试情况说明</b>				

1. 本次测试装置为：配置水位控制的蒸汽锅炉□ 直流式蒸汽锅炉□ 多模块直流式蒸汽锅炉□ 其他\_\_\_\_\_。
2. 采用的测量方法为：称重测量法（产品重□ 水重□）几何尺寸测量法□ 流量计测量法□。
3. 称重测量法产品重测量法：测量未装水时产品质量  $M_0$ ，装满水（或设计正常水位）时产品与液体质量和  $M$ ，查水温度和密度对照表得到水密度  $\rho$ ，利用公式  $V_1=(M-M_0)/\rho$  求得产品称重测量法容积  $V_1$ 。
4. 称重测量法水重测量法：将被测产品注水至符合水容积测试要求的水位处排空水（可将产品内水用压缩空气全部排空），测量完全排出的水质量  $M_s$  或满水（或设计正常水位）与排水后产品重量差  $M_s'$ ，查水温度和密度对照表得到水密度  $\rho$ ，利用公式  $V_1'=M_s/\rho$  或  $M_s'/\rho$ ，求得产品称重测量法容积  $V_1'$ 。
5. 几何尺寸测量法利用游标卡尺测量产品各部分的直径，并用测厚仪测量壁厚（无法用测厚仪测量壁厚时采用设计壁厚），计算产品各部分的内径和截面积；用皮尺、卷尺测量产品各部分的长度，分别求出产品各部分的流通体积并相加，得到产品实际几何尺寸测量法计算容积  $V_2$ 。
6. 流量计测量法：将被检件与流量计相连接，记录流量计初始值  $Q_0$ ，观察注入液体满足水容积测试时（满水状态即顶端溢出管流出液体或设计正常水位处），记录流量计累积值  $Q_1$ ，利用公式  $V_3 = Q_1 - Q_0$ ，求得产品称重测量法容积  $V_3$ 。
7. 本次测试装置（如图 1），型号为：\_\_\_\_\_。
8. 蒸汽发生器水容积计算规则参照蒸汽锅炉水容积计算规则。有固定汽水分界线或配有水位控制的蒸汽锅炉：水容积为其锅炉设计正常水位时的几何水容积，即从进水口单向阀前至锅炉蒸汽阀出口之间所有承压部分的设计正常水位时的几何水容积，包括参与系统循环并承压的集箱、节能器（和/或冷凝器）等的几何水容积；无固定汽水分界线的直流蒸汽锅炉：水容积为进水口单向阀到锅炉蒸汽阀出口之间的几何水容积，包括参与系统循环并承压的集箱、节能器（和/或冷凝器）等的几何水容积。  
本次测试产品水容积为\_\_\_\_\_。

图 1