

团 体 标 准

T/GDASE 0032—2022

小型蒸汽锅炉水容积测试技术规范

Specifications for measurement of low-capacity steam boiler water volume

2022 - 9 - 30 发布

2022 - 10 - 30 实施

广东省特种设备行业协会 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 符号和单位.....	2
5 基本要求.....	3
6 测试仪器仪表.....	3
7 测试条件与测试准备.....	4
8 测试方法与结果计算.....	5
9 测试报告.....	7
附录 A（规范性） 小型蒸汽锅炉典型结构型式及水容积计算/测试边界.....	8

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由广东省特种设备行业协会提出并归口。

本文件主要起草单位：国家工业锅炉质量检验检测中心（广东）（广东省特种设备检测研究院顺德检测院）、广东省特种设备检测研究院惠州检测院、广州天鹿锅炉有限公司、佛山市科能锅炉制造有限公司、广东普瑞玛实业有限公司、广东省特种设备检测研究院中山检测院、佛山市顺德区浅野电器有限公司、广州绿鼎能源科技有限公司。

本文件主要起草人：喻孟全、江志铭、宋振宇、吴梓皓、何上俊、杨旭、席代国、袁寅强、刘永义、刘刚、黄晖、沈树云、余珂、史永良、李建芳、林伟民、黄颖欣。

小型蒸汽锅炉水容积测试技术规范

1 范围

本文件规定了小型蒸汽锅炉水容积测试的适用范围、术语和定义、基本要求、测试仪器仪表、测试条件与测试准备、测试方法与结果计算、测试报告等。

本文件适用于以水为介质，额定蒸汽压力 $0.1\text{MPa} \leq P_r \leq 2.5\text{MPa}$ ，且额定蒸发量 $D_r \leq 2\text{t/h}$ 的小型蒸汽锅炉的水容积测试。其他利用热能产生蒸汽的设备可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 2900.48 电工名词术语 锅炉

NB/T 10941-2022 小型锅炉和常压热水锅炉技术条件

3 术语和定义

GB/T 2900.48和NB/T 10941-2022界定的以及下列术语和定义适合于本文件。

3.1

有固定汽水分界线的蒸汽锅炉 steam boiler with fixed boundary between steam and water
锅炉正常运行时，锅炉的锅筒（集箱）中的汽水分界线为一个稳定的连续平面。

3.2

无固定汽水分界线的蒸汽锅炉 steam boiler with unfixed boundary between steam and water
锅炉正常运行时，汽水分界线不在锅炉的锅筒（集箱）中，未形成稳定的连续平面。如直流锅炉和贯流式锅炉等锅炉。

3.3

设计正常水位 design of normal water level

设计最低安全水位与设计最高安全水位之间。设计正常水位的最大值为设计最高安全水位。

3.4

设计几何容积 design of geometric volume

按设计的几何尺寸计算的内部容积（扣除内件的体积）。

3.5

测量几何容积 geometric volume

按实物的几何尺寸测量的内部容积（扣除内件的体积）。

3.6

体积测量法 volumetric method

将水注入锅炉，直接用量器度量排出水的体积的测量方法。

3.7

质量测量法 mass measurement method

将水注入锅炉，通过测量注水前后锅炉质量差或直接称量排水质量的测量方法。

3.8

几何尺寸测量法 measurement of geometric dimensions

利用长度、厚度计量器具通过测量锅炉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，并累计得到整体容积的测量方法。

3.9

流量计测量法 flowmeter method of measurement

利用流量计累积测量注入或流出锅炉的水量的测量方法。

3.10

独立单元组成的组合锅炉 a combined boiler consisting of individual units

需同时满足以下条件的锅炉：

- a) 独立的给水循环（包括给水泵独立）、汽水分离、蒸汽排放系统，且保证输出蒸汽的品质；
- b) 独立的燃烧（燃烧器、炉膛）系统；
- c) 独立的换热（受热面、节能器）系统；
- d) 独立的单元控制（可单独开启、停止、调节）系统；
- e) 独立的安全保护装置；
- f) 独立的铭牌。

4 符号和单位

表1中所列符号及单位适用于本文件。

表1 符号和单位

序号	符号	名称	单位
1	P_r	额定蒸汽压力	MP _a
2	P_a	大气压力	MP _a
3	D_r	额定蒸发量	t/h
4	V'_{1i}	各计量器、量筒测量水体积	m ³ 或L
5	V_1	采用体积测量法测量的锅炉容积	m ³ 或L
6	V_2	采用锅炉质量测量法测量的锅炉容积	m ³ 或L
7	V'_2	采用介质质量测量法测量的锅炉容积	m ³ 或L
8	V_3	采用几何尺寸测量法测量的锅炉容积	m ³ 或L
9	V'_{3i}	采用几何尺寸测量锅炉各部分的容积	m ³ 或L
10	V_4	采用流量测量法测量的锅炉容积	m ³ 或L

表 1 符号和单位（续）

序号	符号	名称	单位
11	M_0	未装水时锅炉质量	kg
12	M	装水后锅炉质量	kg
13	M_e	排出的水质量	kg
14	ρ	水密度	kg/m ³ 或 kg/L
15	t	水温度	°C
16	L	部件长度	mm
17	d	部件直径	mm
18	δ	部件厚度	mm
19	Q_0	流量计初始值	m ³ 或 L
20	Q_1	流量计累积值	m ³ 或 L

5 基本要求

5.1 锅炉水容积测试应在锅炉冷态，且炉内温度与环境温度基本一致情况下进行，测试用水温度为 25°C ± 10°C。

5.2 锅炉水容积界定

5.2.1 有固定汽水分界线的蒸汽锅炉

水容积为锅炉设计正常水位时的几何容积，即从给水泵出口至锅炉蒸汽阀入口之间所有承压部分的设计正常水位时的几何容积，包括参与系统循环并承压的管道、集箱、蒸发受热面、锅筒、节能器（和/或冷凝器）等的几何容积。

5.2.2 无固定汽水分界线的蒸汽锅炉

水容积为从给水泵出口到锅炉蒸汽阀入口之间的几何总容积，包括参与系统循环并承压的管道、集箱、受热面、汽水分离器、节能器（和/或冷凝器）等的几何容积。

5.2.3 组合蒸汽锅炉

水容积取最大独立单元组成的组合锅炉的几何容积。多个换热单元共用燃烧系统、汽水分离系统或给水系统的蒸汽锅炉，水容积取所有换热单元的几何总容积。

5.3 水容积测试时取设计正常水位最大值，即设计最高安全水位的水容积。

5.4 小型蒸汽锅炉典型结构型式及水容积计算/测试边界，见附录 A

6 测试仪器仪表

6.1 测试使用的仪器仪表应在检定和校准的有效期内，测试前后应对所用仪器仪表加以检查。

6.2 所用的仪器仪表在测量量程内应满足测量项目的精度要求，主要测量项目所用的仪器仪表精度应符合表 2 的规定。

表 2 主要测量项目用仪器仪表的精度要求

序号	测量项目		仪器和仪表的最低精度要求
1	体积测量	标准金属量器	三等
		量筒	容量允差2L (±10ml)、0.5L (±2.5ml)
2	质量测量	衡器	Ⅲ级
3	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±(0.3+0.2L)mm
		游标卡尺	精度0.1mm
		测厚仪	精度0.1mm
4	流量测量	流量计	0.5级
5	温度测量	温度计	0.5级

6.3 仪器仪表的安装应符合仪器仪表的安装空间、位置等条件要求。

6.4 仪器仪表的使用应符合仪器仪表的适用温度、湿度、大气压等要求。

7 测试条件与测试准备

7.1 测试条件

7.1.1 确认锅炉水容积测试范围并保持内部双向通畅，不存在管路内部堵塞、积水、腐蚀、漏水等现象。

7.1.2 采用体积测量法时，测试现场应设有注水装置，宜装设吹扫装置。锅炉应密封良好，且在顶端应有排气装置，底端排污阀可排尽水；锅炉较为复杂需分别测试各组成部分时，应保证各部分可注满水。

7.1.3 采用质量测量法时，测试现场应设有注水装置，宜装设吹扫装置。若锅炉各部分独立且可拆分时，可分别测量各部分注入水的质量。

7.1.4 采用几何尺寸测量法时，应拆除锅炉外包装。

7.1.5 采用流量测量法时，测试现场应设有水泵等注水装置，合理选择流量计的安装位置。

7.2 测试准备

7.2.1 水容积测试工作开始前应当由具有测试经验的专业人员编写测试大纲。测试大纲至少应包括以下内容：

- a) 测试任务、目的；
- b) 测量方法与要求；
- c) 测点布置与所需仪器仪表；
- d) 人员组织与分工；

- e) 测试工作程序。
- 7.2.2 按测试大纲中测点布置图的要求安装仪器仪表。
- 7.2.3 全面检查水容积测试时需运行设备的运行状况是否正常。
- 7.2.4 检查锅炉是否与其他设备管路完全隔绝。
- 7.2.5 应至少核查以下资料：
 - a) 设计说明书；
 - b) 总图；
 - c) 本体图；
 - d) 汽水流程图；
 - e) 水容积计算书；
 - f) 结构简图。

8 测试方法与结果计算

8.1 测量方法选取准则

- a) 可将注入水排空并收集的锅炉，选择体积测量法。
- b) 可独立测量锅炉质量和注水后测量锅炉与水总质量，或可将锅炉中的水排空并收集的，选择质量测量法。
- c) 优先选择体积测量法，其次选择质量测量法，若不满足体积法测量和质量测量法测量条件时，选择几何尺寸测量法或流量测量法。

8.2 体积测量法

- 8.2.1 将锅炉注水至符合水容积测试要求的水位处，关闭给水阀门，将水排空，用量器测量排出的水体积 V'_{11} 。
- 8.2.2 体积测量至少测量两次，取平均值。

8.3 质量测量法

- 8.3.1 测量锅炉质量时，将锅炉置于选定的衡器上，称出未装水时锅炉质量 M_0 。向锅炉注水至符合水容积测试要求的水位处，关闭锅炉气、水进出口阀，称出总质量 M ，同时测量水温度 t 及大气压力 P_a 。
- 8.3.2 测量水质量时，将锅炉注水至符合水容积测试要求的水位处后排水，测量排出水的质量 M_s ，同时测量水温度 t 及大气压力 P_a 。
- 8.3.3 质量测量至少测量两次，取平均值。

8.4 几何尺寸测量法

根据锅炉的大小，用钢卷尺分别测量锅炉各部分的长度 L ，用直尺或游标卡尺分别测量锅炉各部分直径 d ，用测厚仪分别测量锅炉各部分厚度 δ （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两次，取平均值。

8.5 流量计测量法

- 8.5.1 将锅炉与流量计相连接，记录流量计初始值 Q_0 ，向锅炉注水至满足水容积测试要求时，记录流量计累积值 Q 。
- 8.5.2 流量计测量至少测量两次，取平均值。

8.6 结果计算

8.6.1 体积测量法锅炉的水容积，按式（1）计算：

$$V_1 = \sum_{i=1}^n V'_{1i} \quad (1)$$

式中：

V_1 ——采用体积测量法测量的锅炉水容积，单位为立方米（ m^3 ）或升（L）；

V'_{1i} ——各计量器、量筒测量水体积，单位为立方米（ m^3 ）或升（L）。

8.6.2 质量测量法锅炉的水容积

a) 采用锅炉质量测量法，按式（2）计算：

$$V_2 = \frac{M - M_0}{\rho} \quad (2)$$

式中：

V_2 ——采用锅炉质量测量法测量的锅炉水容积，单位为立方米（ m^3 ）或升（L）；

M ——锅炉注水后质量，单位为千克（kg）；

M_0 ——未装水时锅炉的质量，单位为千克（kg）；

ρ ——水密度，由温度、压力查表得到，单位为千克每立方米（ kg/m^3 ）或（ kg/L ）。

b) 采用水质量测量法，按式（3）计算：

$$V_2' = M_s / \rho \quad (3)$$

式中：

V_2' ——采用水质量测量法测量的锅炉水容积，单位为立方米（ m^3 ）或升（L）；

M_s ——排出的水质量，单位为千克（kg）。

8.6.3 几何尺寸测量法锅炉的水容积，按式（4）计算：

$$V_3 = \sum_{i=1}^n V'_{3i} \quad (4)$$

式中：

V_3 ——采用几何尺寸测量法测量的锅炉水容积，单位为立方米（ m^3 ）或升（L）；

V'_{3i} ——锅炉各部分容积，根据不同结构形状计算容积，单位为立方米（ m^3 ）或升（L）。

8.6.4 流量测量法锅炉的水容积，按式（5）计算：

$$V_4 = Q_1 - Q_0 \quad (5)$$

式中：

V_4 ——采用流量测量法测量的锅炉水容积，单位为立方米（ m^3 ）或升（L）；

Q_1 ——锅炉注水至满足水容积测试要求时流量计累积值，单位为立方米（ m^3 ）；

Q_0 ——流量计初始值，单位为立方米（ m^3 ）；

8.7 测试误差

在同种测试方法中，两次测试数据与其平均值之差应在平均值的±2%以内，超出误差范围应找出误差存在原因并重新测试。

9 测试报告

9.1 测试报告应至少包括下列内容：

- a) 锅炉信息；
- b) 锅炉制造单位；
- c) 测试委托单位；
- d) 测试地点、测试日期；
- e) 测试单位；
- f) 测试报告编号；
- g) 测试负责人、参加人员；
- h) 测试结果和测试情况说明；
- i) 设计数据综合表（设计参数、主要特性、特征几何尺寸等）；
- j) 测点布置计测试仪表说明；
- k) 测试数据综合表（锅炉图样、水容积计算过程、水容积测试结果等）。

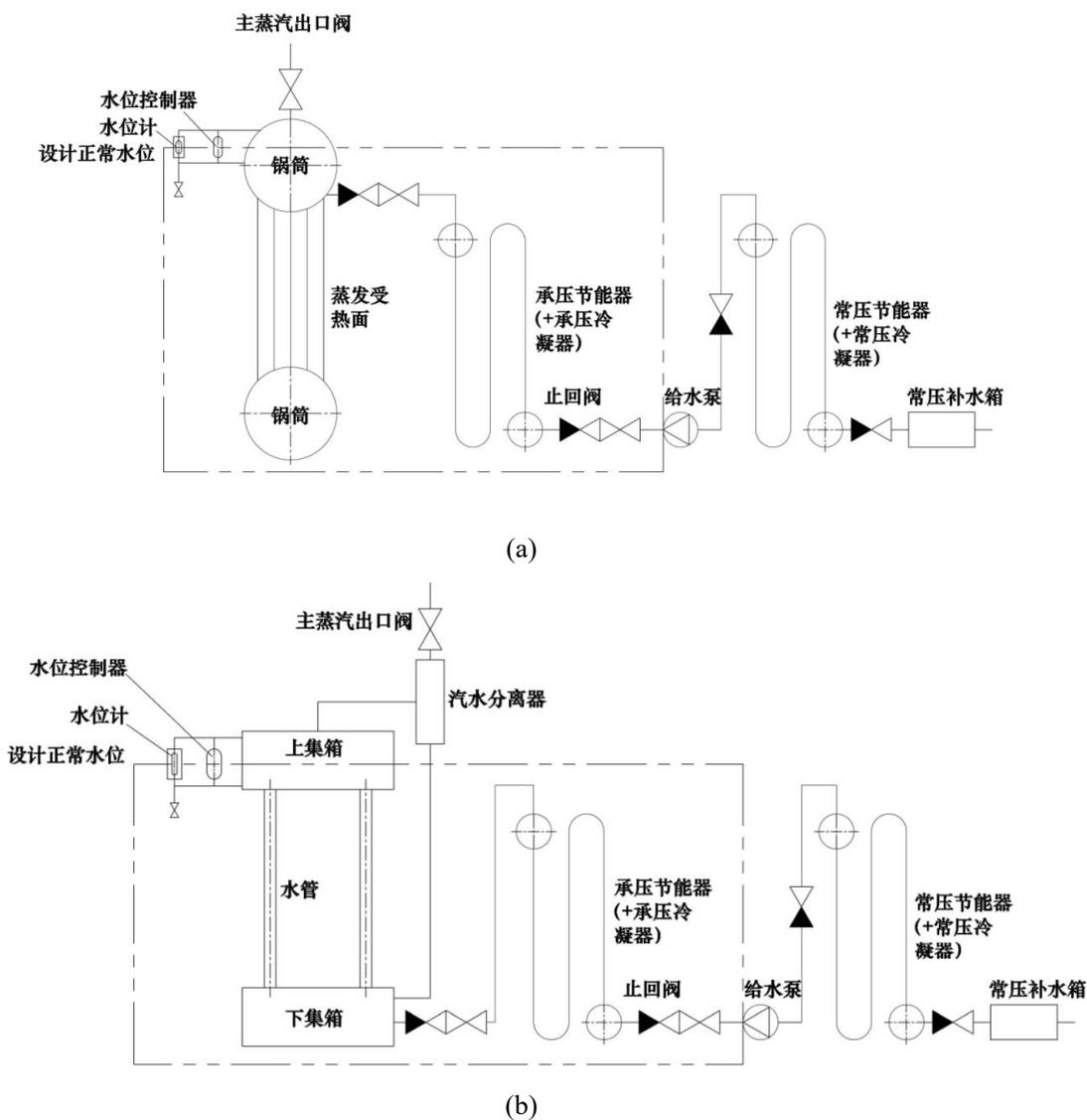
9.2 测试报告、测试原始数据应由测试单位存档备查。

附录 A
(规范性)

小型蒸汽锅炉典型结构型式及水容积计算/测试边界

A.1 有固定汽水分离线的蒸汽锅炉

有固定汽水分离线（锅筒、集箱）蒸汽锅炉的水容积计算与测试边界见图A.1。

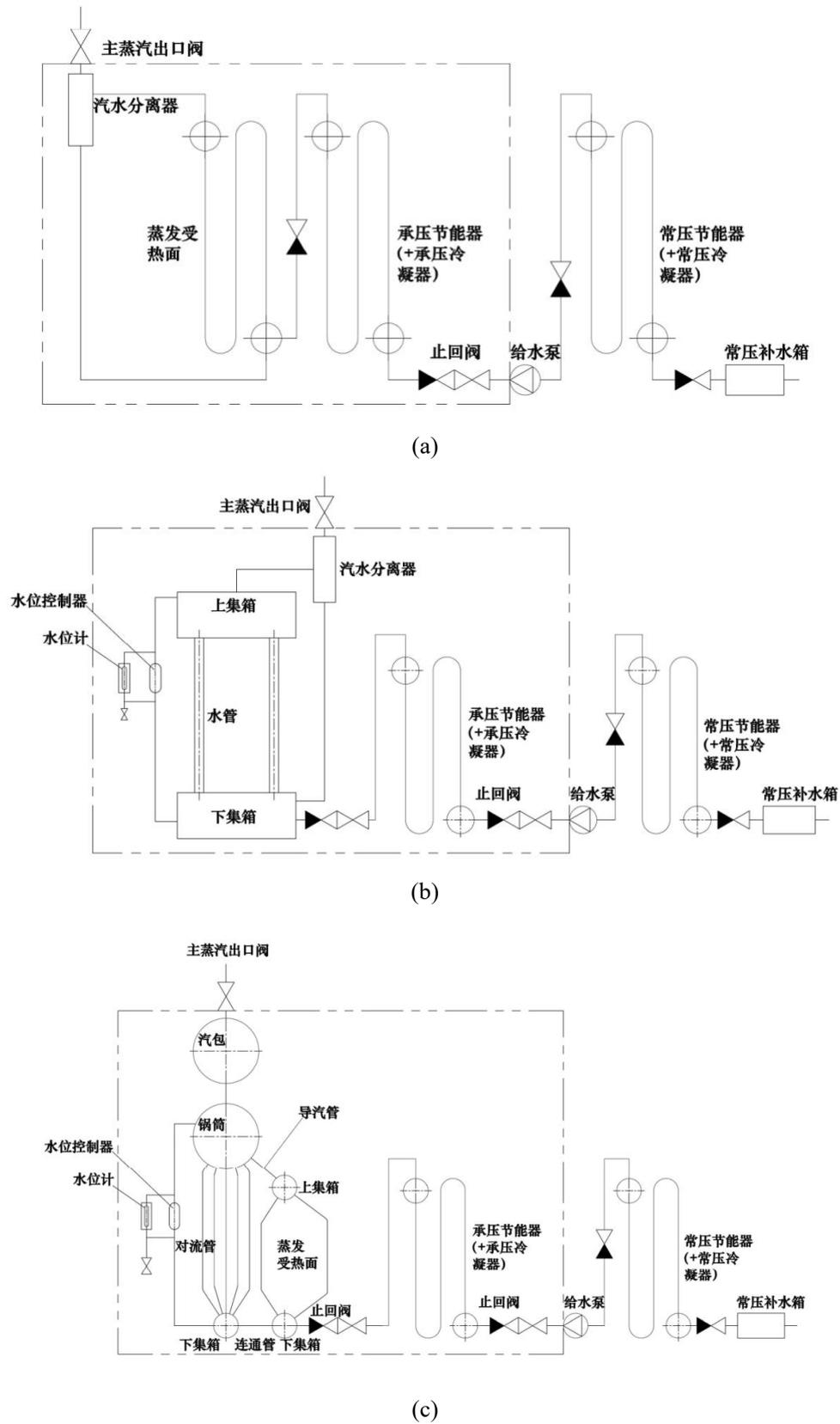


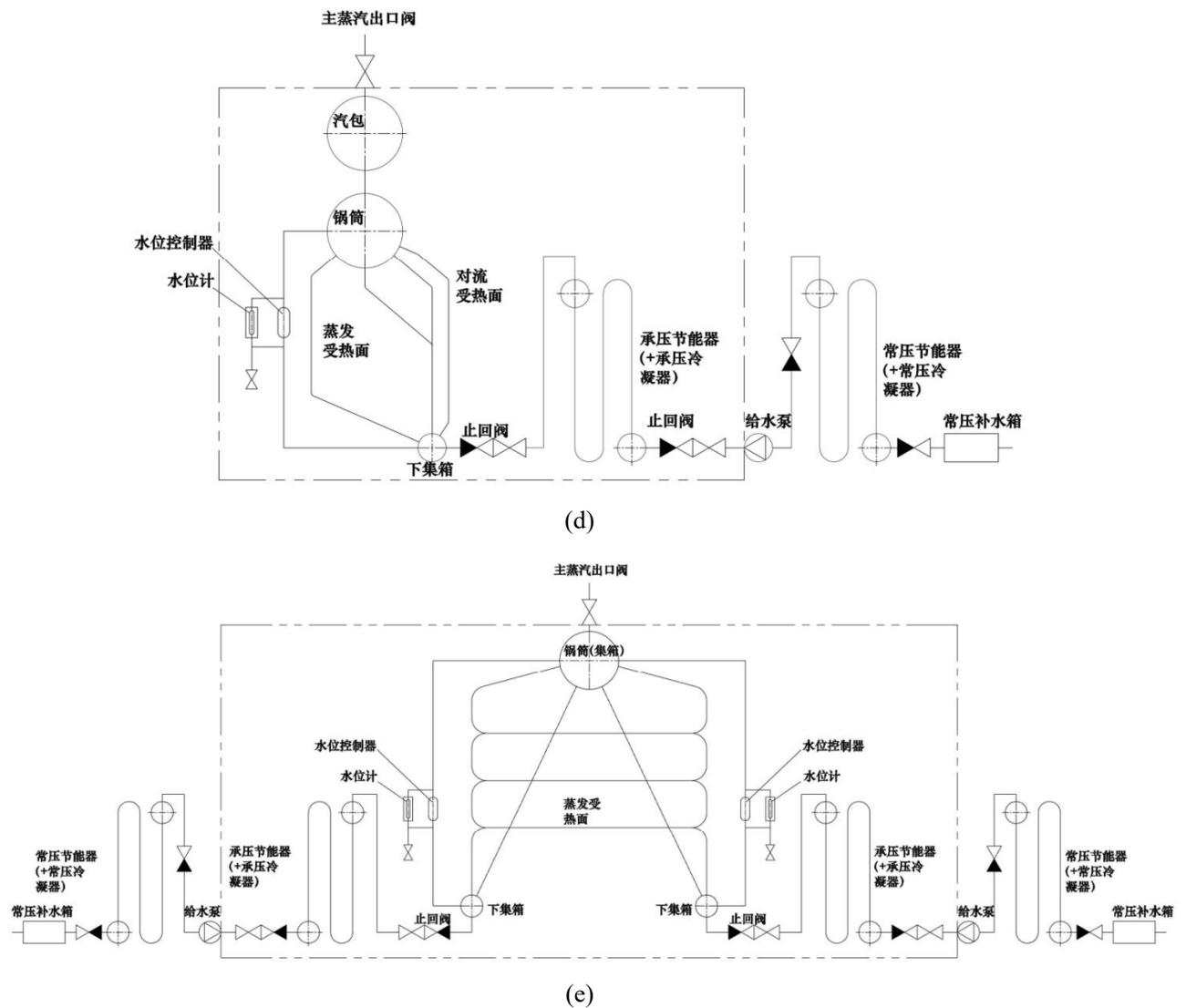
图A.1 有固定汽水分离线（锅筒、集箱）蒸汽锅炉的水容积计算与测试边界图

注：双点划线为水容积计算与测试边界。

A.2 无固定汽水分离线的蒸汽锅炉

无固定汽水分界线的蒸汽锅炉水容积计算与测试边界见图A.2。



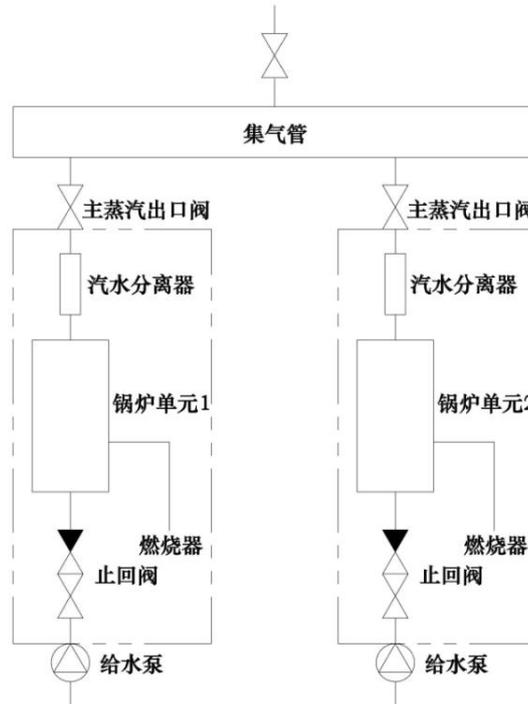


图A.2 无固定汽水分界线的蒸汽锅炉水容积计算与测试边界图

注：双点划线为水容积计算与测试边界。

A.3 组合蒸汽锅炉

组合蒸汽锅炉水容积计算与测试边界见图A.3。

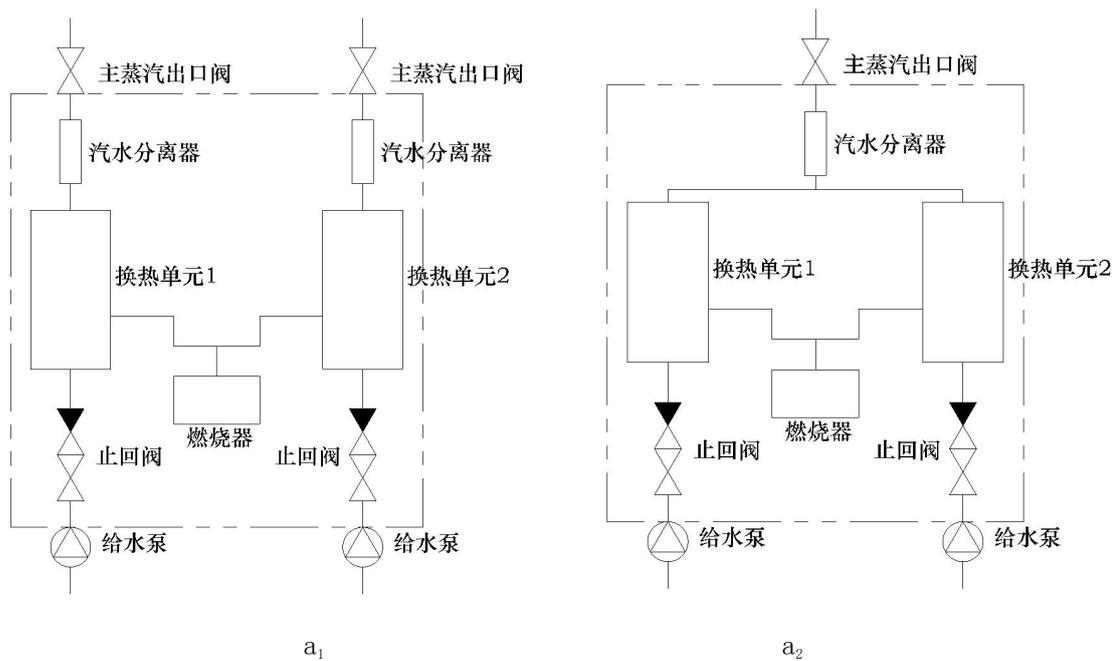


图A.3 组合式（模块）蒸汽锅炉水容积计算与测试边界图

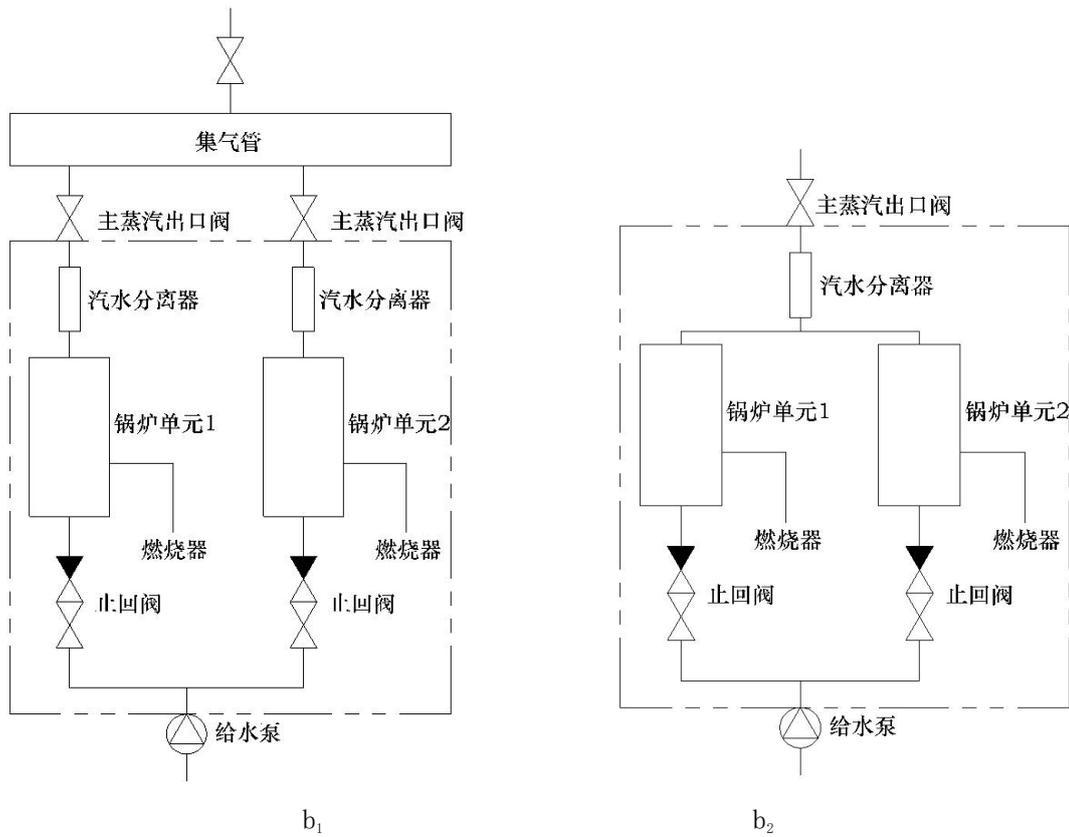
注：双点划线为水容积计算与测试边界。同时满足独立单元组成的组合锅炉条件的，水容积取最大独立单元水容积。

A.4 多个换热单元共用燃烧系统、汽水分离系统或给水系统的蒸汽锅炉

多个换热单元共用燃烧系统、汽水分离系统或给水系统的蒸汽锅炉水容积计算与测试边界见图A.4。



(a) 共用燃烧系统/汽水分离系统



(b) 共用给水系统/汽水分离系统

图A.4 多个换热单元共用燃烧系统、汽水分离系统或给水系统的蒸汽锅炉水容积计算与测试边界图

注：双点划线为水容积计算与测试边界。多个换热单元共用燃烧系统、汽水分离系统或给水系统的蒸汽锅炉，水容积取所有换热单元的水容积总和。