

GRLM

国家太阳能光热产业技术创新战略联盟标准

T/GRLM XX-2017

不锈钢真空水箱

Stainless steel vacuum water tank

(征求意见稿)

2017-XX-XX 发布

2017-XX-XX 实施

国家太阳能光热产业技术创新战略联盟 发布

目 次

前 言.....	2
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 符号与单位.....	2
5 分类与标记.....	2
6 设计与安装要求.....	4
7 技术要求.....	4
8 试验方法.....	6
9 检验规则.....	12
10 标志、包装、运输、贮存.....	12
附 录 A.....	14

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由国家太阳能光热产业技术创新战略联盟提出。

本标准由国家太阳能光热产业技术创新战略联盟标准化技术专家组归口。

本标准起草单位：湖北贵族真空股份有限公司、湖北长耀明新能源股份有限公司。

本标准主要起草人：白明军、张琰、袁春林、王伟一、何健。

本标准为首次发布。

不锈钢真空水箱

1 范围

本标准规定了家用不锈钢真空水箱的术语和定义、符号与单位、分类与标记、设计与安装要求、技术要求、实验方法、检验规定、包装、运输和储存。

本标准适用于容水量不大于 0.6m³ 不锈钢真空水箱。

2 规范性引用文件

下列文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本实用于本文件，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/T191 包装运输图示标记

GB/T1720 漆膜附着力测定法

GB/T3100 国际单位制及其应用

GB/T3280 不锈钢冷轧钢板和钢带

GB/T4706.1 家用和类似用途电器的安全 第一部分：通用要求

GB/T4706.12 家用和类似用途电器的安全 储水式热水器的特殊要求

GB/T23889 家用空气源热泵辅助型太阳能热水系统技术条件

GB/T19141 家用太阳能热水系统技术条件

GB/T28745 家用太阳能热水系统储水箱实验方法

GB/T28746 家用太阳能热水系统储水箱技术要求

GB/T18708 家用太阳能热水系统热性能实验方法

GB/T13384 机电产品包装通用技术

ISO9488 太阳能 术语 (Solar Energy--Vocabulary)

GB/T 3163 真空技术 术语

3 术语和定义

GB3100、GB/T12936、GB/T18708、GB/T23889、ISO9488 和 GB/T3163 界定的以及下列术语和定义使用于本文件。

3.1

真空隔热层 vacuum insulation layer

把隔热层气压抽出低于大气压力的部分叫做真空隔热层。

4 符号与单位

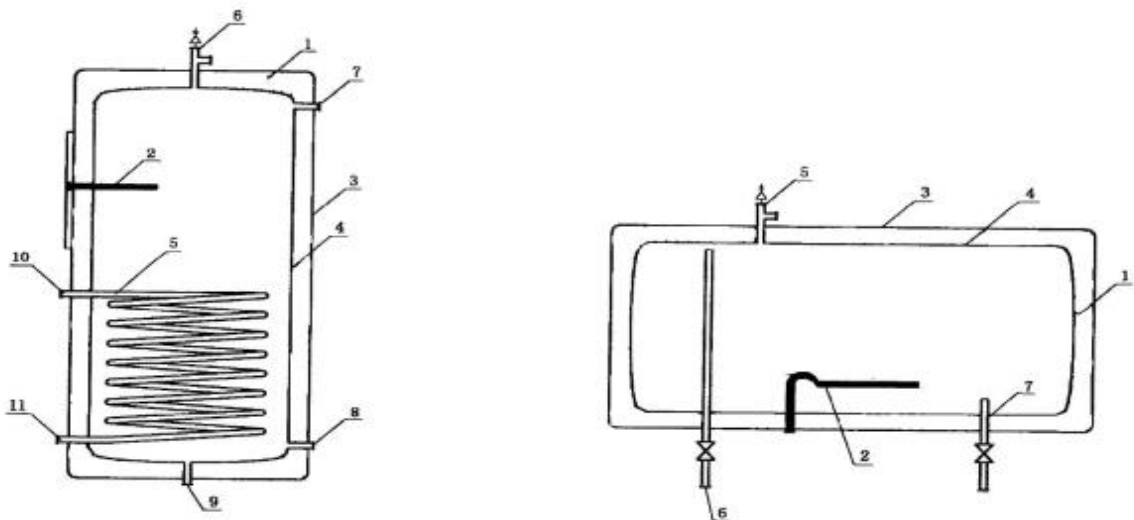
GB/T 18708、GB/T19141 界定的符号与单位适用于本文件。

5 分类与标记

5.1 产品分类

不锈钢真空保温水箱分为承压式和非承压式两种，其基本结构及主要部件见图 1 和图 2。

图 1 承压式不锈钢水箱基本结构和主要部件示意图



a) 立式承压间接式不锈钢真空水箱

立式承压间接式不锈钢真空水箱说明

- 1 ——真空保温层
- 2 ——电加热（可选）
- 3 ——外壳
- 4 ——内胆
- 5 ——换热器
- 6 ——安全泄压阀
- 7 ——出水管
- 8 ——进水管

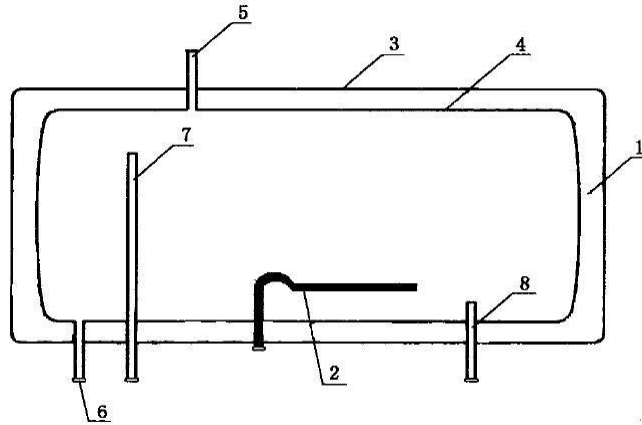
b) 卧式承压直接式不锈钢真空水箱

卧式承压直接式不锈钢真空水箱说明

- 1 ——真空保温层
- 2 ——电加热（可选）
- 3 ——外壳
- 4 ——内胆
- 5 ——安全泄压阀
- 6 ——出水管
- 7 ——进水管

- 9 ——排污口
- 10 ——热媒入口
- 11 ——热媒出口

图 2 非承压式水箱基本结构和主要部件示意图



非承压式水箱说明

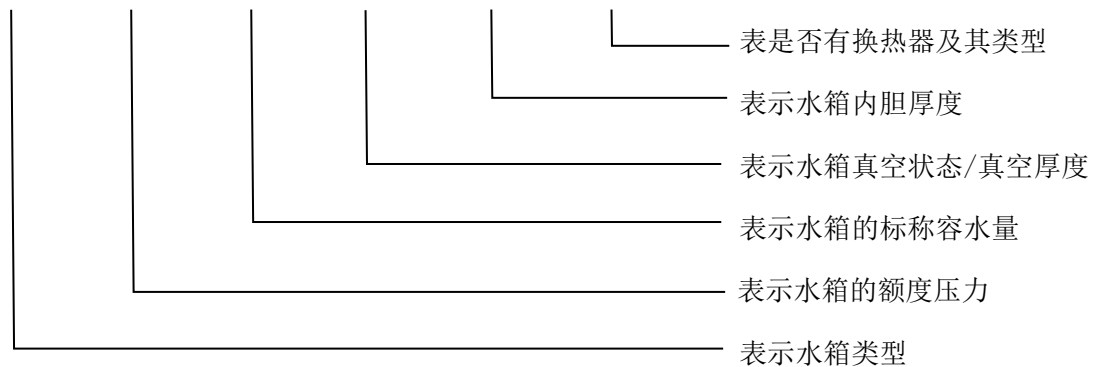
- 1 ——真空保温层
- 2 ——电加热（可选）
- 3 ——外壳
- 4 ——内胆
- 5 ——排气口
- 6 ——排污口
- 7 ——溢流管
- 8 ——进出水口

5.2 产品标记

5.2.1 标记内容

不锈钢真空水箱的产品命名由如下 6 部分组成，各部分之间用“-”隔空：

第 1 部分-第 2 部分-第 3 部分-第 4 部分-第 5 部分-第 6 部分



家用太阳能热水系统不锈钢真空水箱各部分标记规定见表 1。

表 1 不锈钢真空水箱各部分标记规定

第 1 部分	第 2 部分	第 3 部分	第 4 部分	第 5 部分	第 6 部分
B:封闭式; K:开口式; Q:其他类型;	用阿拉伯数字表示 MPa 为单 位储水箱额定 工作压力。小 数点后保留 2 位数字	用阿拉伯数 字表示 L 以 为单位的储 水箱的标称 容水量,取 整数	LV:低真空 $10E5 \sim 10E2$ Pa; MV:中真空 $10E2 \sim 10E-1$ Pa; HV:高真空 $10E-1 \sim 10E-5$ Pa; UHV:超高真空 $<10E-5$ Pa; “/”后用阿拉伯数字表 示以 mm 为单位的储水箱真 空层厚度,取整数	用阿拉伯数 字表示以 mm 为单位的储 水箱内胆厚 度,小数点 后取 2 位数 字	W:无换热器; G:管式换热 器; T:夹套式换 热器; Q:其他类型 换热器

5.2.2 标记事例

封闭式、额度工作压力为 0.60MPa、储水箱的标称容水量 120L、保温层厚度为 20mm、水箱内胆厚度 1.20mm、管式换热器的不锈钢真空水箱标记如下:

B-0.60-120-HV/20- 1.20-G

6 设计与安装要求

6.1 不锈钢真空水箱在正常维护使用条件下,根据 GB/T19141 的要求,其使用寿命不应低于 15 年。

6.2 不锈钢真空水箱材料及工艺不应影响水质,将储水箱中注满符合卫生标准的水后,在正常使用条件下放置 48 小时,系统排出的热水应无铁锈、异味或其他有碍人体健康的物质。达到

《地面水环境质量标准》三级以上水质,接近《生活饮用水卫生标准》水质。

7 技术要求

7.1 外观

7.1.1 不锈钢真空水箱外壳涂层应无剥落,外表面应平整,无破裂、无明显划伤。

7.1.2 不锈钢真空水箱的适当位置设有排污口;不锈钢真空水箱应设排气孔或其他排气措施。开口式储水箱的适当位置应设有溢流口。进水口和出水口应有清晰的标识,则蓝色表示冷水的进口,红

色表示热水的出口；进水口和出水口亦可用箭头表示水流的方向。产品标记不应该在可更换的部件上，并符合 5.2 的规定。

7.2 储热性能

不锈钢真空水箱平均热损因数应小于 $10\text{W}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ 。

平均热损因数：指在无太阳辐照条件下的一段时间内，单位时间内，单位水体积太阳能热水系统贮水温度与环境温度之间单位温差的平均热量损失。

7.3 耐压

7.3.1 开口式不锈钢真空水箱的额定工作压力应小于 0.05MPa ，耐压试验后不锈钢真空水箱不应有渗漏、变形或裂缝等损坏。

7.3.2 封闭式不锈钢真空水箱的额定工作压力应不小于 0.6MPa ，耐压试验后不锈钢真空水箱不应有渗漏、变形或裂缝等损坏。

7.4 材料

7.4.1 不锈钢真空水箱内胆采用不锈钢板时，其性能应符合 GB/T 3280 的要求，内胆实测厚度与产品标记所示厚度的偏差应满足附录 A 的要求；

7.4.2 在耐盐雾试验 72h 后，不锈钢真空水箱外壳涂层应无龟裂、爆皮、剥落及生锈；在涂层附着力试验后，不锈钢真空水箱外壳涂层应无剥落，达到 GB/T 1720 规定的 1 级；不锈钢真空水箱外壳材料进行老化性试验后应无褪色、变色的现象。

7.5 不锈钢真空水箱容水量

7.5.1 不锈钢真空水箱容水量的推荐规格序列宜符合表 2 的规定。

表 2 不锈钢真空水箱容水量的推荐规格序列

序号	1	2	3	4	5	6	7
容水量/L	80	100	120	140	160	180	200
序号	8	9	10	11	12	13	14
容水量/L	250	300	350	400	450	500	600

7.5.2 封闭式不锈钢真空水箱容水量的标称值与测量值的偏差在 $\pm 3.0\%$ 以内。

7.5.3 开口式不锈钢真空水箱容水量的标称值与测量值的偏差在 $\pm 5.0\%$ 以内。

7.6 安全性能

7.6.1 安全泄压阀

7.6.1.1 封闭式不锈钢真空水箱应安装安全泄压阀。

7.6.1.2 安全泄压阀应能耐受储热工质的最高温度。温度或压力超过设定值时，安全泄压阀应能自

动开启。

7.6.1.3 安全泄压阀的尺寸应能释放最大热水流量或可能出现的最大蒸汽流量。

7.6.1.4 安全泄压阀的出口应适当布置,保证从安全泄压阀喷出的蒸汽或储热工质不会对人或周围环境造成任何危险。

7.6.2 其他安全性能

带辅助电加热器的不锈钢真空水箱对触及带电部件的防护、发热、内部布线、电气元件、电源连接和外部软线、外部导线用接线端子、电气间隙、爬电距离和固体绝缘等项目均应满足 GB 4706.1 的所有要求。

7.7 耐冻

在-20℃条件下进行耐冻试验后,不允许不锈钢真空水箱有泄漏、破损、变形和毁坏;安全泄压阀不允许有冻结。

7.8 耐真空冲击

封闭式不锈钢真空水箱内在 33KPa 真空度的情况下,不应有影响安全的变形。

7.9 耐脉冲压力

封闭式不锈钢真空水箱在经过 8 万次脉冲压力试验后,不锈钢真空水箱焊缝应无渗漏,应无明显变形和开裂。

7.10 热水输出率

7.10.1 卧式封闭式不锈钢真空水箱的热水输出率应不低于 50%。

7.10.2 立式封闭式不锈钢真空水箱的热水输出率应不低于 60%。

7.11 换热器压力降

带换热器的不锈钢真空水箱应给出换热器压力降特性曲线 $\Delta p - m$ 。其中压力降 Δp 的单位为 Pa, 流量 m 的单位为 kg/s。

8 试验方法

8.1 外观

按 7.1 规定的内容对不锈钢真空水箱的外观进行检查。

8.2 储热性能

8.2.1 式样的准备:

将不锈钢真空水箱按照实际使用状况装好，系统可安装在室内或室外进行试验，如果在室外进行试验，应将系统暴露在晴朗的天空下，环境温度应处在 8℃~39℃ 之间。如果在室内进行试验，应在系统上面有一个低于环境温度 20℃ 的辐射挡板，环境温度控制在 30℃±5℃。试验期间空气平均速率不大于 4m/s。

8.2.2 在试验开始前，关掉辅助加热器，并用混水泵将不锈钢真空水箱底部的水抽到顶部进行循环来混合不锈钢真空水箱中预先准备的水。当不锈钢真空水箱的入口水温在 5min 内变化不大于 ±0.2℃ 时，认为水箱中的水温已达到均匀。不锈钢真空水箱内的平均水温就作为水箱的初始温度，初始温度 t_i 控制在 50℃±1℃。然后停止循环，关掉装有混水泵的管道的阀门，让水箱降温 8h。

在试验期间，在水箱所在处的附近每小时测量一次环境温度，共 9 次，得出水箱附近的平均环境温度 $t_{as(av)}$

试验至 450min 时，以 $t_i \pm 1^\circ\text{C}$ 的水温循环水箱外管道，并使水箱入口的水温在 1min 内变化不大于 ±0.2℃；试验至 465min 时，调整阀门，运行水泵，使水箱中的水循环以使其温度平均，当水箱入口的水温在 5min 内变化不大于 ±0.2℃ 时，即认为温度均匀，在这 5min 期间的平均温度即为水箱的最终温度 t_f 。

8.2.3 不锈钢真空水箱的平均热损因数 U_L 用式 (1) 进行计算：

$$U_L = \frac{\rho_w c_{pw}}{\Delta\tau} \ln \left[\frac{t_i - t_{as(av)}}{t_f - t_{as(av)}} \right] \dots\dots\dots (1)$$

式中：

U_L ——水箱平均热损因数，单位为瓦每平方米 ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)；

ρ_w ——储热工质的密度，单位为千克每立方米 (kg/m^3)；

c_{pw} ——储热工质的比热，单位为焦每千克摄氏度 ($\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$)；

$\Delta\tau$ ——水箱降温时间，单位为秒 (s)；

t_i ——水箱初始温度，单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)；

t_f ——水箱最终温度，单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)；

$t_{as(av)}$ ——平均环境温度，单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)。

8.3 耐压

试验装置见图 3。将不锈钢真空水箱内贮满水，通过放气阀排尽水箱内的残留空气，关闭放气阀，由液压系统缓慢增压至测试压力。维持测试压力，同时检查不锈钢真空水箱有无膨胀、渗漏、变形或裂缝，最后检查储热性能。

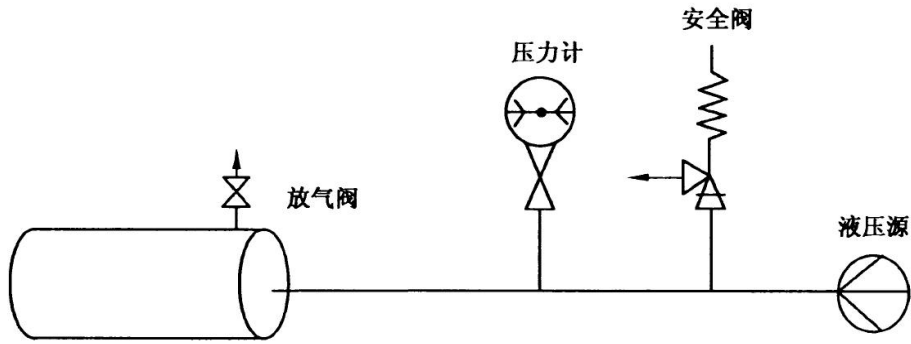


图 3 不锈钢真空水箱耐压测试原理图

8.4 材料

8.4.1 内胆

在不锈钢真空水箱的内胆桶身上选取 2 处尺寸 50mm×50mm 实验样片,测量样片中心的厚度 2 次,取 2 次测量的平均值为内胆的厚度。

8.4.2 外壳

8.4.2.1 盐雾实验按 GB/T1771 的规定进行。

8.4.2.2 附着力实验按 GB/T1720 的规定进行。

8.4.2.3 不锈钢真空水箱外壳老化实验按 GB/T1865 的有关规定进行。

8.5 水箱容水量

用水温不高于 30℃的水将水箱注满至系统溢流口出水,将水箱排气口或者顶部安全阀打开,从真空水箱的出口处放水测量水的质量,环境温度 0℃~39℃,真空水箱标志中容水量标称值 V_1 与容水量的测量值 V 的偏差率 Δv 按式 (2) 计算,此处水的密度取 $\rho_w=1000\text{KG}/\text{m}^3$:

$$\Delta v = \frac{(v - v_1)}{v_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中

$$V = \frac{m}{\rho_w} \times 1000$$

V -----真空水箱的容积,单位为升 (L)

m -----真空水箱容水量的测量值,单位为千克 (kg)

8.6 安全性能

8.6.1 安全泄压阀检查

检查不锈钢真空水箱上的安全泄压阀符合 7.6.1 的规定。

8.6.2 电器安全性能

带电辅助加热器的不锈钢真空水箱对触及带电部件均按 GB4706.1 的要求进行检测。

8.7 耐冻

8.7.1 试验装置和方法

将不锈钢真空水箱放置在冷冻室中，然后将水箱在工作压力下注满水，冷冻室的温度循环变化。

在靠近进水口处测量水箱内的温度。

8.7.2 试验条件

8.7.2.1 不锈钢真空水箱内水温 $45^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 应在冷冻段 $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 维持至少 8h，然后将水箱放置在环境温度不低于 10°C 处保持 2h；

8.7.2.2 不锈钢真空水箱内水温 $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 应在冷冻段 $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 维持至少 8h，然后将水箱放置在环境温度不低于 10°C 处保持 2h

8.7.3 试验结果

应立即检查不锈钢真空水箱上的安全泄压阀是否冻结，储热工质是否冻结，并在环境温度不低于 10°C 条件下，放置 2h 后检查，不锈钢真空水箱是否泄漏、破损、变形和毁坏。

8.8 耐真空冲击

不锈钢真空水箱在无孔状态下，抽至设计时给定的真空度允许值或抽至 33kPa 真空度，并保持 5min，在真空度不发生改变的情况下，目测不应有影响安全及性能的变形。

8.9 耐脉冲压力

8.9.1 不锈钢真空水箱连接到耐压试验装置上，对不锈钢真空水箱注水加压至额定工作压力 $100\% \pm 5\%$ ，保持 5min 检查不锈钢真空水箱是否有渗漏及不保温等异常现象。

8.9.2 将不锈钢真空水箱连接到脉冲压力试验装置上，按如下要求进行试验：

a) 脉冲压力：容器内注入环境温度的水；排空容器内空气，按额定工作压力 15% 到 $100\% \pm 5\%$ 之间的数值交替对容器加压；

b) 频率： 25 次/min~ 60 次/min；

c) 循环次数： 8 万次，每加压 1 万次结束时，检测储热性能，目测容器无明显变形，再进行下面的循环试验。

8.9.3 脉冲压力试验完成后目测水箱焊接缝隙应无渗漏，无明显变化和开裂。

8.10 热水输出率

8.10.1 试验条件：控制供水温度 $t_a=15^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ 。将不锈钢真空水箱温度控制在 $65^\circ\text{C}\pm 3^\circ\text{C}$ 。

8.10.2 通过安装在不锈钢真空水箱出水口的阀门控制放水流量，具体要求如下：

当排出水的体积在 10L 以下时，按 2L/min 放水；

当排出水的体积在 10L~50L 以下时，按 5L/min 放水；

当排出水的体积在 50L~200L 以下时，按 10L/min 放水；

当排出水的体积在 200L 以上时，按 5%的额定容量/min 放水；

从开始放水 15s 后记录进水和出水温度，在放水期间每隔 5s 记录一次，连续放水至水温低于最高放水温度 20°C 为止，此时停止放水，计算平均放水温度 t_p 和放出水的质量 m_p ，并按照式 (3) 计算热水输出率：

$$\mu = m_p \times \frac{(t_p - t_c)}{50 \times \rho \times V} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

μ -----热水输出率；

m_p -----放出水的质量，单位为千克 (kg)；

t_p -----平均放水温度，单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)；

t_c -----试验前的平均温度，单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)；

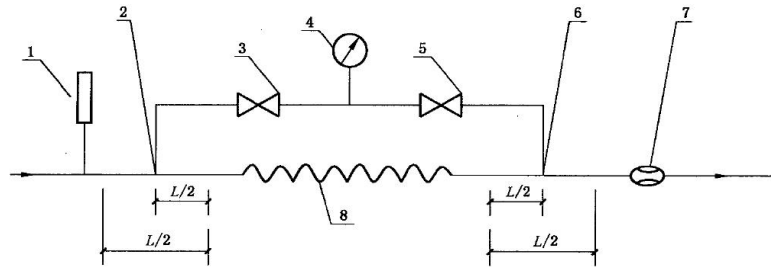
ρ -----在平均放水温度下的水的密度，单位为千克每立方米 (kg/m^3)；

V -----额定容量，单位为升 (L)；

8.11 换热器压力降

8.11.1 试验装置

试验装置如图 4 所示，传热工质应从换热器热媒进口流向换热器热媒出口，测压点应设置在靠近换热器，且不受其他配管影响的直管部分。测压孔径为 2mm~6mm 或 1/10 管径和孔的内壁表面应光滑无卷边。



说明:

- 1——温度计;
- 2——进口压力测点;
- 3——切换阀;
- 4——差压变送器;
- 5——切换阀;
- 6——出口压力测点;
- 7——流量计;
- 8——换热器;

$L \geq 4$ 倍直管内径。

图 4 压力降试验装置示意图

8.11.2 不锈钢真空水箱的准备

对工质进行检查, 确保其中无杂质。

应使用排气阀或其他适当方法排出换热器中的空气

8.11.3 试验程序

应在换热器正常工作流量范围内测定其进、出口之间的压降。

在不锈钢真空水箱生产厂家没有提供标称流量范围的情况下, 可根据换热器容水量设定在 3L/min 的流量范围内进行压降测量。

至少要再整个流量范围内均匀间隔的 5 个流量值上进行测量。

8.11.4 测量

应测量以下参数:

- a) 换热器工质进口温度 t_i ;
- b) 工质质量流量 m ;
- c) 换热器进、出口之间工质压力降 ΔP

8.11.5 由测量装置引起的压降

用来测量工质压力降落的装置自身可能引起压降。应将不锈钢真空水箱从工质回来中取下, 并将压力测试装置短路, 进行压降的零点校准。

8.11.6 试验条件

在试验期间，流量应恒定在设置值的±1%以内；

在试验期间，传热工质的进口温度应恒定在±5℃以内；

在试验期间，不锈钢真空水箱温度应在环境空气温度±10℃以内。

9 检验规则

9.1 检验类型

不锈钢真空水箱产品检验分为出厂检验和型式检验。

9.2 出厂检验

按 7.1 进行逐台检查，不锈钢真空水箱按照 7.3 的要求进行耐压试验，每批次的耐压试验抽检数量不少于一台。如不锈钢真空水箱带辅助电加热器，则按 7.6.2 逐台检查。出厂检验项目全部合格为产品合格，否则为不合格。

9.3 型式检验

9.3.1 在正常生产情况下，每年应至少进行一次型式检验。

9.3.2 不锈钢真空水箱产品在下列情况下进行型式检验：

- a) 新产品试制定型时；
- b) 改变产品结构、材料、工艺而影响产品性能时；
- c) 老产品转厂或停产超过二年恢复生产时；
- d) 国家质量监督检验机构提出进行型式检验的要求时。

9.3.3 型式检验应在出厂检验合格的一定批量的产品中随机抽取 1~2 台进行，批量不应小于 10 台。

9.3.4 型式检验按 7.1~7.11 进行，有一项不合格，则产品为不合格。

10 标志、包装、运输、贮存

10.1 标志

10.1.1 不锈钢真空水箱产品应有包装，包装上应有清晰标志且不易清除。

10.1.2 不锈钢真空水箱包装箱上的标志应符合 GB/T 191 的规定，其中应主要包括下列内容：“小心轻放”标志、“怕湿”标志、“禁止翻滚”标志、“堆码层数极限”标志和“向上”标志。

10.1.3 说明书

不锈钢真空水箱应附有产品说明书；说明书应包括但不限于下列内容：

- a) 制造厂家;
- b) 产品名称;
- c) 商标及产品型号;
- d) 容水量及工作压力;
- e) 制造日期及生产批号;
- f) 水箱真空状态及内胆标称厚度;
- g) 外形尺寸及单位重量;
- h) 储热性能参数;
- i) 产品安装使用说明及注意事项;
- j) 维修保养;
- k) 适当时, 包括热水输出率、热交换率、热交换器压力降落的内容。

如果作为家用太阳能热水系统部件销售, 系统说明书中若已包含上述内容, 可以不附水箱说明书。

10.2 包装

10.2.1 不锈钢真空水箱的包装应符合 GB/T 13384 的规定。

10.2.2 包装箱内应具备下列文件:

- a) 产品合格证;
- b) 产品说明书;
- c) 装箱单。

10.3 运输

产品在装卸和运输过程中, 不得翻滚、横竖倒置及踏踩、超层码放。运输中不得遭受强烈颠簸、震动, 不得受潮、雨淋。

10.4 贮存

10.4.1 产品应放在通风、干燥的仓库内。

10.4.2 产品不得与易燃物品及化学腐蚀物品堆放。

10.4.3 产品应按规定码放。

附录 A

(规范性附录)

不锈钢板厚度允许偏差

表 A.1 中列出了不锈钢板厚度允许的偏差。

表 A.1 不锈钢板厚度允许偏差

单位为毫米

标称厚度	厚度允许偏差
$\geq 0.10 \sim < 0.20$	± 0.015
$\geq 0.20 \sim < 0.30$	± 0.020
$\geq 0.30 \sim < 0.50$	± 0.030
$\geq 0.50 \sim < 0.60$	± 0.035
$\geq 0.60 \sim < 0.80$	± 0.040
$\geq 0.80 \sim < 1.00$	± 0.045
$\geq 1.00 \sim < 1.20$	± 0.050
$\geq 1.20 \sim < 1.50$	± 0.055
$\geq 1.50 \sim < 2.00$	± 0.060