

## 浅谈热泵热水器水箱技术

**摘要：**在我国，随着经济发展和“城镇化”进程的加快，卫生热水能耗在建筑能耗中的比例越来越大，卫生热水节能已成为不容忽视的问题，空气源热泵热水器作为具有节能、安全、环保，安装方便等诸多的优点而成为太阳能热水器之后发展较快的新一代热水器。

储水箱又作为热泵热水器的主要部件，对热水器的性能起到重要的作用，其主要体现在水箱的换热性能（内置冷凝器）、保温性、热水出水率，内胆的防腐性能。而目前市场上搪瓷水箱、滚塑水箱都存在很多的质量缺陷，比如：存在漏搪、热胀冷缩易出现裂搪、必须采用阳极镁棒进行保护、阳极镁棒消耗后的沉溺物会影响水质使用，国内各地区水质的差异性导致镁棒很难做好监测和售后服务。不锈钢承压水箱具有可承压、卫生、防腐性好、寿命长等优点成为热泵热水器，壁挂炉供暖热水系统，以及太阳能热水系统的首选。因此，我们应该抓住这个历史机遇，大力发展不锈钢承压水箱，提高我们的技术实力。

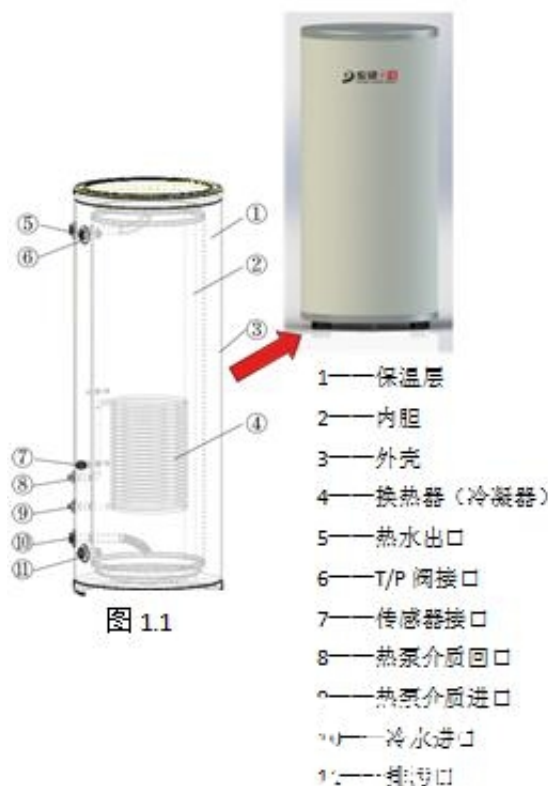
本文就一种应用于热泵热水器的不锈钢水箱的技术作详细介绍。

### 引言

日前，一种应用于热泵热水器的内置不锈钢盘管水箱在黄石东贝太阳能公司被研发成功，并申请了多项专利保护。

#### 1、热泵热水器水箱简介：

热泵热水器水箱的结构如图1.1所示，一般由内胆组件、换热器（冷凝器）、保温材料、外壳四部分组成，内胆组件包含内胆、内封头和管接头等零件，内胆和内封头是采用SUS304不锈钢钢板加工而成；换热器（冷凝器）是采用304不锈钢管加工成螺旋盘管；保温材料是采用聚氨酯材料，导热系数低；外壳是采用热镀锌板外表面喷涂耐腐蚀性涂层；热泵水箱具有如下的优点：



- 1) 采用食品级304不锈钢材料制作，具有很强的耐腐蚀性；
- 2) 内胆组件采用自动氩弧焊接，焊接过程中采取惰性气体氩气进行保护，减少焊接表面氧化；

- 3) 水箱能承压，最大工作压力0.8Mpa，测试压力1.2Mpa；
- 4) 内胆内表面经过钝化防腐处理，水箱具有更长的寿命；
- 5) 换热效率高，不锈钢盘管换热器（冷凝器）内置于水箱内；
- 6) 热损小，采用美国“陶氏”聚氨酯发泡料，360度无盲区立体保温；
- 7) 更高的热水出水率，冷水进口采用分布式注水设计；
- 8) 外壳美观，抗紫外线，可任意选择与建筑搭配的颜色。

## 2、热泵水箱的主要技术：

### 2.1内胆

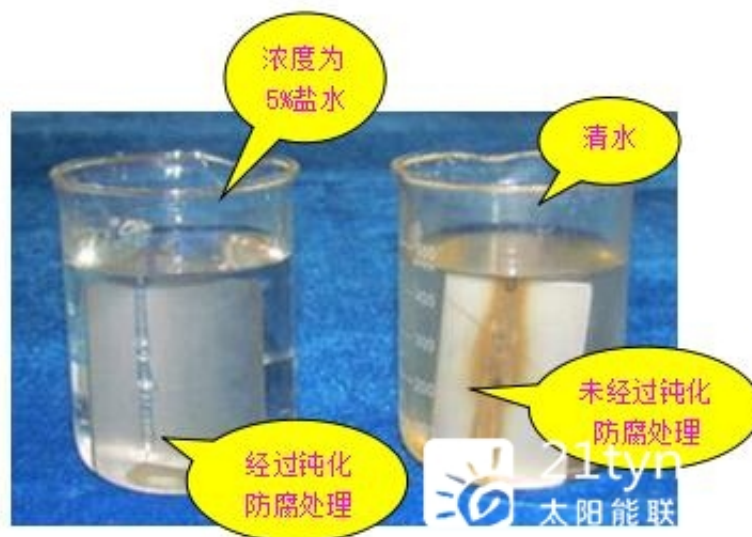
内胆是整个水箱最核心的技术。好的内胆必须具有很好的承压能力（包含至少0.9Mpa静态压力测试和至少80,000次的疲劳脉冲压力测试），同时在一定的环境下还必须具有很强的耐腐蚀性。

#### 2.1.1耐腐蚀性介绍：

##### 试验一：

取两块相同的经过自动氩弧焊接的SUS304不锈钢板材，一件经过钝化处理，另外一件未作钝化的样品分别放入5%的盐水和清水中，见右图。

结果：经过两个月浸泡后观察，经过防腐处理的SUS304不锈钢在浓度为5%的盐水中，基本没有出现锈蚀。而没有经过防腐处理的SUS304不锈钢在清水中出现了严重的锈蚀。



##### 试验二：

取两块相同的经过自动氩弧焊接的SUS304不锈钢板材，一件经过钝化处理，另外一件未作钝化的样品放入5%的盐水盐雾试验箱内进行盐雾试验，历时：16h。

| 序号                  | 测试时间                                                                               | 实验图片                                                                                                                                                                                               | 现象        |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 未钝化的304不锈钢氩弧焊接板材    |   | <div>试验前</div>  <div>试验后</div>   | 焊接处锈蚀现象严重 |
| 经过钝化处理的304不锈钢氩弧焊接板材 |  | <div>试验前</div>  <div>试验后</div>  | 焊接处无腐蚀现象  |

原因分析：试验一右图的工件未经过钝化防腐处理，尽管304不锈钢材料具有防腐性能，在空气中也能自然生成 $Cr_2O_3$ 保护膜， $Cr_2O_3$ 保护膜对于点蚀和缝隙腐蚀的发展能起到阻滞的作用。但是对于经过切割、冷作，特别是焊接热处理过的不锈钢材料，其保护膜被破坏、也不完整和不均匀，由于水中含有 $Cl^-$ ，在正常的使用中就会出现严重的氧化腐蚀。

改进措施：试验一左图是应用了东贝太阳能公司自主创新的“白金盾”专利技术，没有出现腐蚀现象。钝化是提高不锈钢材料防腐性能的关键，整个水箱内胆制作完成后，内表面经过了特殊的工艺处理（参考文件：不锈钢钝化盐雾试验标准ASTM/G85-1998，抗腐蚀钢的钝化处理QQ-P-35，不锈钢零件的钝化标准教程ASTMA380-06），最终形成一层致密的、均匀的含铬的钝化膜，这层保护膜完全覆盖金属的表面。

#### 2.1.2 静态压力测试及250,000次脉冲压力测试

东贝公司生产过程中，静态压力测试现场照片：



结果：测试压力为 1.2Mpa，保压 5min，无泄漏，产品无永久变形现象。

东贝公司生产过程中，脉冲压力测试资料：



试验情况介绍：

试验标准：GB/T 23137-2008

《家用和类似用途热泵热水器》

AS/NZS 4692.1: 2005

《Electrical water heater》

试验设备：ZMC-01 疲劳试验机

样品：PH1-300-HP 300L 氟循环热泵水箱

压力上限：0.6Mpa

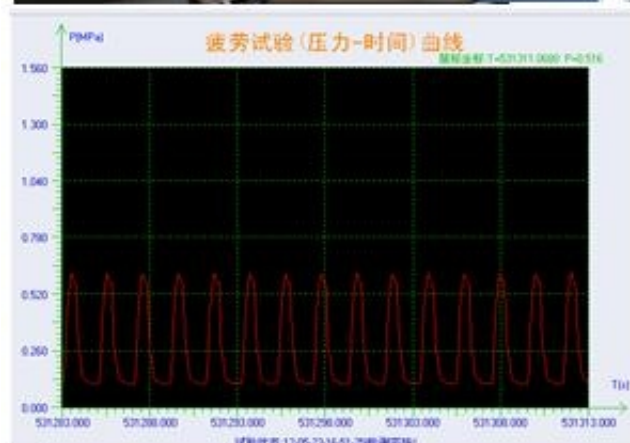
压力下限：0.15Mpa

循环次数：250,000 次

介质：水，40℃

频率：30 次/min

结果：通过 250,000 次的疲劳脉冲试验，内胆无永久变形和泄漏。



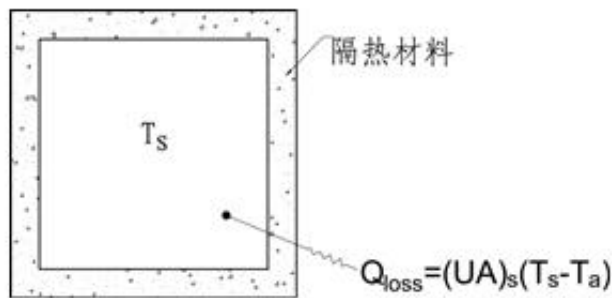
东贝太阳能公司作为专业生产不锈钢承压水箱的公司，我们用心做好每一道工序，从内胆的板材来料检测到内胆组件的1.2Mpa的压力测试，每一道工序必须经过严格的检测和管控。SUS304不锈钢必须是含18%铬，9%镍，这是基础，产品的结构和壁厚必须按压力容器的标准GB150-1998执行，每一道焊接工序必须严格执行氩弧焊接规程，从而减少焊接表面氧化，确保焊接的牢固程度；最关键的是所有东贝生产不锈钢水箱必须经过钝化防腐处理，也是东贝公司特有的，也已经成功申请了关键防腐工序的专利，在此之前查阅了大量的国内外学术资料，并实施了很多的检验验证数据。

## 2.2保温性能

影响储热水箱保温性能的因素主要有保温材料的导热系数和保温层厚度、温度边界条件等。

对于同种材料，保温层越厚保温效果越好。但当厚度超过一定值后再加厚保温效果增加不明显。东贝太阳能公司是采用美国陶氏聚氨酯发泡料，保温层厚度为50mm，导热系数 $\lambda < 0.024\text{w}/(\text{m}\cdot\text{k})$ ，闭孔率 $> 90$ 以上，吸水率很小，不会因吸潮而影响导热系数。

一般通过下图示来评估水箱的热损：



其中：

$Q_{loss}$  — 水箱损失的热量，W

$U$  — 热损系数， $W/m^2 \cdot K$

$A$  — 表面积， $m^2$

$T_s$  — 水箱内的温度， $^{\circ}C$

$T_a$  — 水箱外的环境温度， $^{\circ}C$

### 2.3 换热效率

换热效率是换热水箱的一个重要指标，它影响着热泵热水器的性能系数（COP）。

目前热泵热水器家用机，基本上都以盘管式结构为主。从材质上分类有：铜盘管和不锈钢盘管；从结构上分类，有内胆外盘方式和盘管置于内胆内的方式。

目前现象：市场上多见有铜盘管外盘内胆方式，但是外盘的结构存在很多的缺陷，圆形盘管（或D形盘管）很大的面积没有与内胆外壁形成有效的接触，为了满足有效的换热面积有些企业不得不增加盘管的长度，造成很大的浪费是令水惋惜的，紫铜管的成本昂贵，“理论上本来20米紫铜管就能满足要求，非要用到30~40米”。大部分的用户或生产厂家潜意识中认为紫铜的导热系数大，紫铜作为换热器在任何环境下都会有很高的传热系数。

原因分析：铜盘管外盘内胆方式，盘管与内胆外壁只是线或面接触，有效换热面积非常小。增加有效换热面积导致成本的增加，盘管压降（阻力）的增加。另外该换热器（冷凝器）内的高温制冷剂介质与低温水通过制冷剂与内壁的强制对流换热、管壁导热和自然对流进行换热，但是管内制冷剂的温度很高，流量也很高，因此热阻很小，基本可忽略不计，在理论计算上，我们只需考虑管壁、内胆壁的导热和空气自然对流进行换热，但空气的自然对流系数在5~25  $W/m^2 \cdot K$ ，热阻较大，对整个换热效率有很大的影响。

改进措施：采用不锈钢材料作为换热器，成本低；盘管放置在内胆内部，360度全方位水对流换热，换热效率高；用材少，盘管压降小；结构简单，容易操作。

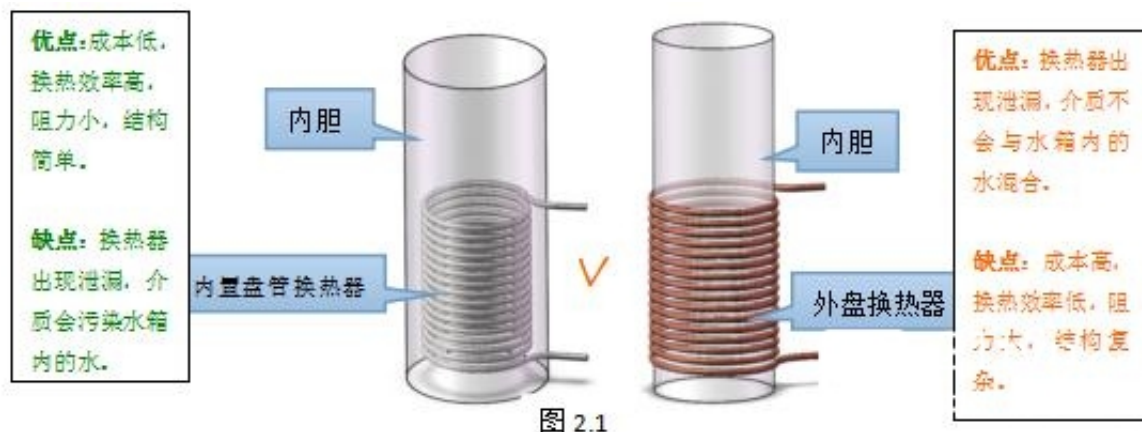


图 2.1

### 2.4 热水出水率

根据GB/T23137-2008《家用和类似用途热泵热水器》标准中规定，热水输出率要求  $\geq 75\%$ ，如下表4：

表 4 热水储存性能

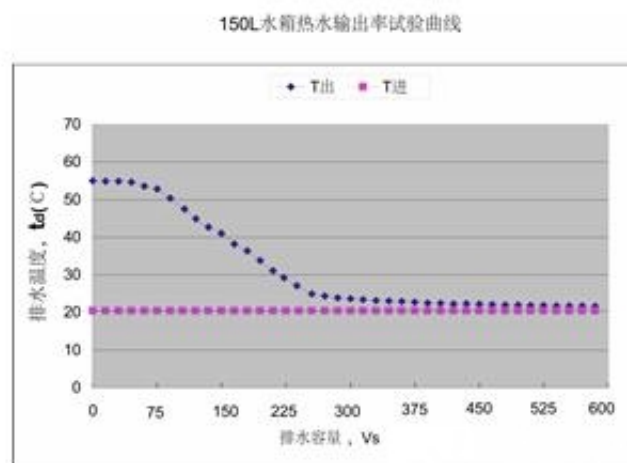
| 项 目  |                               | 储水箱容量/L  |         |         |
|------|-------------------------------|----------|---------|---------|
|      |                               | ≤100     | 100~300 | ≥300    |
| 制热性能 | 出水温度 $T_2/^\circ\text{C}$     | 55       |         |         |
| 保温性能 | 放置 24 h 后水温/ $^\circ\text{C}$ | $T_2-10$ | $T_2-8$ | $T_2-6$ |
| 使用性能 | 热水输出率 $\mu/\%$                | 75       | 75      | 75      |

实际现实中很多热水器热水输出率都不尽人意，都不能满足要求，本来可以洗3个人的热水器，实际上第2个人还没洗完，水就越洗越冷，第3个人根本就不能洗了。

原因分析：热泵水箱都是顶水出水，由于进水管压力较大，在进冷水时，上下层的冷热水在不停的混水，压力越大，冷热水的波动就越大，本来整箱水都是热的（50~55℃），水温变化非常大。

改进措施：东贝太阳能公司在冷水进管上增加缓冲分水器，基本上保证冷热水隔离，冷水管在进水时，不会出现大的波动，整体向上缓慢上涨。

下图为东贝太阳能公司150L水箱的热水输出率曲线图：



图一、为当天测试排水温度曲线。水箱图 1-1-1 初始温度为 55℃

热水输出率达到82%以上。

### 3、完美的品质来自于48年的管理和制造基因

东贝太阳能作为东贝集团旗下的子公司，传承了东贝集团48年的制造和管理基因，拥有强大的研发团队，针对新能源（热泵、太阳能、暖通等）各个领域的需求，研制开发了多款不同种类的水箱产品。

东贝太阳能公司9年的不锈钢承压水箱制造经验，已经拥有先进的生产设备。这款内置盘管热泵水箱整合了公司多项技术，包括不锈钢焊接和防腐技术，同时应用了“白金盾”特护内胆技术。

东贝太阳能凭借其领先的不锈钢专业技术，9年市场零反还率的品质及完善的售后服务，博得了广大消费者的好评。在热泵行业、太阳能行业，暖通行业，东贝太阳能的承压水箱已经成为指定产品。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/59415.html>