

## 太阳能热水器防风、抗雪性能检测方法及标准分析

现行的国家标准把太阳能热水器的防风抗雪性能归在支架的刚度、强度里，对支架刚度、强度的检测在实际操作中不具备它应该有的检测意义。当前，大部分热水器生产企业本身不生产支架，未给企业提出相关技术建议，从而易导致太阳能热水器产生缺陷。

本文对国家标准中有关太阳能热水器防风抗雪性能的规定进行了分析，对检测原理及方法作出了探讨，提示条件较好的企业应针对自身产品的防风、抗雪性能的检测方法及标准进行研究和完善。

### 1标准中有关防风抗雪性能的规定

在GB/T18713-2002《太阳热水系统设计、安装及工程验收技术规范》的7.1.2风载中有这样的规定：系统安装在室外的部分应能经受不低于10级风的负载；如果当地历史最大风力高于10级，则按当地历史最大风力设计。在7.3支架中有这样的规定：支架应根据设计要求选取材料，并符合GB/T700和GB/T714规定的要求。材料在使用前应进行矫正。支架的焊接应按设计要求进行，并符合GBJ205规定的要求。支架应进行防腐处理。支架应采用螺栓或焊接固定在基础上，并确保强度可靠、稳定性好。为确保自然循环、泄水及防冻回流等需要，设计时有坡度要求的支架应按设计要求安装。热水系统如采用建在楼顶防水层上的基础时，支架可摆放在基础之上，然后把各排支架用角钢等材料联结在一起并与建筑物相连，提高抗风能力，以满足7.1.2的要求。

在NY/T651-2002《家用太阳热水系统安装、运行维护技术规范》的4.2承压中有这样的规定：对于闭式承压系统，系统中的任何部件及连接处至少应能承受该部件及连接处最大工作压力的1.5倍压力；对于开式系统，系统中的任何部件及连接处应能承受该部件及连接处最大工作压力。在6.2.1一般要求中有这样的规定：系统的固定方式和紧固件应能承受当地历史最大风速引起的载荷。紧固件在系统寿命期内应不需要维修。

在GB/T19141-2003《家用太阳热水系统技术条件》的6.3.3支架中有这样的规定：家用太阳热水系统支架应具有足够的强度，并能符合本标准7.7规定的试验。家用太阳热水系统支架应具有足够的刚度，并能符合本标准7.7规定的试验。在6.5.2抗风性中有这样的规定：家用太阳热水系统安装在室外的部分应有可靠的抗风措施。在7.7中对支架的强度和刚度试验是这样规定的：7.7.1将未注入水的家用太阳热水系统按实际使用时的倾角放置，然后把支架的任意一端从地面抬起100mm，保持5min，放下后，检查各部件及它们之间的连接处有无破损或明显的变形。7.7.2将注满水的家用太阳热水系统按实际使用时的倾角放置，然后在支架中部附加贮水容量20%的重量，保持15min，检查支架有无破损或明显的变形。

在GB/T20095-2006《太阳热水系统性能评定规范》的8.6.1系统支架中有这样的规定：太阳热水系统的支架材料应有质检合格证明。系统支架的抗风措施应符合GB50009的要求。钢支架焊接应符合GB50205的要求，防腐措施应符合GB50212和GB50224的要求。

综上所述，现有标准对太阳能热水器抗雪性能的规定未予明确，对防风性试验的规定则过于笼统。仅有的对支架刚度的试验，在实际检测中发现：基本上所有被检测的太阳能热水器都能通过这项试验，但是却有一部分合格品在实际使用中发生了坍塌、整台热水器被吹落事故。

### 2防风性能要求分析

防风性能检测的目的是为保证太阳能热水器在特定风力条件下不受损坏。根据GB/T19201-2006《关于实施热带气旋等级国家标准》，热带气旋按中心附近地面最大风速划分为六个等级：

超强台风(SuperTY):底层中心附近最大平均风速 51.0米/秒，也即16级或以上。

强台风(STY):底层中心附近最大平均风速41.5-50.9米/秒，也即14-15级。

台风(TY):底层中心附近最大平均风速32.7-41.4米/秒，也即12-13级。

强热带风暴(STS):底层中心附近最大平均风速24.5-32.6米/秒，也即风力10-11级。

热带风暴(TS):底层中心附近最大平均风速17.2-24.4米/秒，也即风力8-9级。

热带低压(TD):底层中心附近最大平均风速10.8-17.1米/秒，也即风力为6-7级。

风压是垂直于气流方向的物体表面所受到的风的压强。在建筑荷载上，风压称为基本风压，而建筑物上实际受到的风压称为风荷载。对于主要的承重结构，风荷载标准值的表达可有两种形式，一种是基本风压加上由脉动风引起结构风振的等效风压；另一种为基本风压乘以风振系数。由于风振系数 $\beta_z$ 综合了结构在风荷载作用下的动力响应，因而我国与大多数国家相同，采用 $W_k = \beta_z \mu_s \mu_z W_0$ 的表达形式。对于围护结构考虑脉动风瞬间的增大因素，通过阵风系数 $g_z$ 来计算风荷载，即 $W_k = g_z \mu_s \mu_z W_0$ ( $W_k$ -风荷载标准值; $W_0$ -基本风压;  $\beta_z$ -高度 $z$ 处的风振系数;  $g_z$ -阵风系数;  $\mu_z$ -风压高度变化系数;  $\mu_s$ -风荷载体型系数)。风荷载的取值都是在基本风压的基础上进行计算的。

现行《建筑结构荷载规范》确定的基本风压计算方法为离空旷平坦地面上十米高、自记十分钟平均年最大风速。据该风速数据，经统计分析确定重现期为50年的最大风速，作为当地的基本风速，再按伯努利风-压普遍应用关系式：

$$W_0 = 1/2 \rho v_0^2 \quad (1)$$

确定基本风压，单位为kN/m<sup>2</sup>。

公式中  $\rho$ -空气密度； $v_0$ -重现期为50年的最大风速。

空气密度按下述公式进行修正：

$$\rho = 1.276 \times 10^{-8} / (1 + 0.00366t) (p - 0.378) \quad (2)$$

式中  $\rho$ -空气密度 (T/m<sup>3</sup>)， $t$ -空气温度 (°C)， $p$ -气压 (Pa)， $e$ -水汽压 (Pa)。  $p$ ， $t$ ， $e$ 可采用累年最大风速出现时的 $p$ ， $t$ ， $e$ 计算；或用累年最大风速出现月份的累年平均 $p$ ， $t$ ， $e$ 计算。

空气密度也可根据当地的高度 ( $z$ ) 按公式

$$\rho = 0.00125e - 0.0001z \quad (T/m^3) \quad (3)$$

近似估算。

### 3防风性能检测方法设计

我们可以模拟台风刮在太阳能热水器上时支架的受力情况来设计一个等效试验，利用拉力磅的拉力来再现风吹在太阳能热水器上产生的分压。由于风作用在太阳能热水器上的力是各个方向的，有时候还会产生扭力，所以在设计试验的时候应尽量考虑到这种情况。

试验方法1：将注满水的太阳能热水器按其使用时的倾角固定，然后对水箱均匀施加一个水平向后的拉力 $F$  ( $F = W * A_1$ ，其中，风压 $W$ 按1.2所述的方法计算，受力面积 $A_1$ 按太阳能热水器向垂直平面投影的面积测量)，并在左右侧的后支架中部同时或交替施加10N的水平拉力，检查太阳能热水器各部分有无破损或明显的变形(如图1)。此方法用于检测太阳能热水器的正面抗风性能。

试验方法2：将注满水的太阳能热水器按其使用时的倾角固定，然后对水箱均匀施加一个水平向前的拉力 $F$  (计算方法同上)，并在左右侧的前支架中部同时或交替施加10N的水平拉力，检查太阳能热水器各部分有无破损或明显变形(如图2)。此方法用于检测太阳能热水器的背面抗风性能。

试验方法3：将注满水的太阳能热水器按其使用时的倾角固定，然后对水箱均匀施加一个垂直右(左)侧面向左(右)的推力 $F$  ( $F = W * A_2$ ，其中，受力面积 $A_2$ 按太阳能热水器向侧面投影的面积测量， $W$ 的计算同上)，并在其左(右)侧的前后支架中部同时或交替施加10N与 $F$ 方向平行的拉力，检查太阳能热水器各部位有无破损或明显变形(如图3)。此方法用于检测太阳能热水器的侧面抗风性能。

### 4抗雪性能要求分析

抗雪性能检测要求是保证太阳能热水器在寿命期内能抵抗所能预见的最大积雪灾害。

雪荷载是指施加在太阳能热水器外露面上的积雪重量。雪荷载值 $S$ 由地面积雪重量即基本雪压 $S_0$ 乘以太阳能热水器表面积雪分布系数 $\mu_r$ 确定：

$$S = \mu_r S_0 \quad (4)$$

基本雪压是一般空旷平坦地面按一定重现期统计而得的年最大积雪量（相当于该一定年限基准期最大积雪重量分布的某一分位值）。太阳能热水器积雪因受到朝向、风力以及热量散发等影响，一般与气象站在野外平坦地面所测定的积雪有一定的差别。

我国基本雪压分布情况是，新疆北部是我国突出的雪压高值区，冬季雪量丰富加上温度低，积雪融化慢，新老雪迭加形成特大雪压，阿尔泰山区达 $1\text{KN/m}^2$ ；东北地区大兴安岭及长白山区也是一个雪压高值区，可达 $0.7\text{KN/m}^2$ 以上；但吉林西、辽宁北地区雪少，雪压仅在 $0.2\text{KN/m}^2$ 左右；长江中下游及淮河流域是我国稍南地区一个雪压高值区，该区不少城市雪压达 $0.4 \sim 0.5\text{KN/m}^2$ ；川西滇北山区雪压也高，因该区海拔高、温度低，湿度大、积雪不多雪压在 $0.4 \sim 0.7\text{KN/m}^2$ 以上，华北及西北大部分地区冬季降雪较少，雪压也较小一般为 $0.2 \sim 0.3\text{KN/m}^2$ 。去年年底的大雪使得江浙地区最厚的积雪达到 $30\text{cm}$ 以上。据测算，当积雪厚度为 $30\text{cm}$ 左右时，每 $\text{m}^2$ 雪重量可达 $30\text{kg}$ 。

当无雪压记录时，可间接采用积雪深度，按下式计算雪压：

$$S = h \cdot g \quad (\text{kN/m}^2) \quad (5)$$

式中 $h$ —积雪深度，指从积雪表面到地面的垂直深度(m)； $\rho$ —积雪密度( $\text{t/m}^3$ )； $g$ —重力加速度， $9.8\text{m/s}^2$ 。

## 5抗雪性能检测方法设计

我们可以模拟雪盖在太阳能热水器上的方式和重量来设计一个等效试验。利用可以拼装拆卸组成各种重量的扁形沙袋来代替积雪，并在真空管和沙袋之间垫一片薄型橡胶垫防止沙袋在试验时滑落。沙袋放置时既要考虑积雪均匀全分布的情况，也要考虑上部因积雪融化下滑后与下部积雪凝结而产生不均匀分布的最不利情况。

将注满水的太阳能热水器按其使用时的倾角放置，然后在真空管上披上总质量为 $M$ 的沙袋（每批沙袋的质量可设为 $5\text{kg}$ ；一般南方地区 $M$ 可取 $30\text{kg/m}^2$ ，北方地区 $M$ 可取 $50\text{kg/m}^2$ ；特殊情况可依据2.2所述方法或根据GB50009-2001建筑结构荷载规范中全国各城市50年一遇风压-雪压表来确定沙袋的重量，得出的值近似到 $5\text{kg}$ 的倍数），保持 $10\text{min}$ 后，将 $1/4$ 数量的沙袋从上向下对折2次，然后再将 $1/2$ 数量的沙袋从上向下对折1次，保持 $10\text{min}$ ，检查太阳能热水器有无破损或明显变形（如图4）

## 6结语

太阳能热水器防风抗雪性能的优劣直接关系到太阳能热水系统的可靠性、安全性和使用寿命。这方面的工作，浙江英特玛太阳能电器有限公司正在研究。通过研究，我们发现支架薄的太阳能热水器抵御风雪灾害的能力上远不如支架厚的强，同时支架的外观造型对其防风抗雪性能也影响较大，这就提醒我们按照防风抗雪性能的要求对支架的外观设计和选材厚度进行综合考量。另外，为保证太阳能热水器更长的时间里不因为外力作用而倒塌，我们除了要保证材料的选择和确保厚度外，还必须设法增强其抗腐蚀老化的能力，从而使其性能指标与太阳能热水器的整体使用寿命相协调。随着太阳能热水器行业技术的不断发展，现在分体式太阳能热水器和热管已被越来越广泛的采用，太阳能和建筑一体化应用正在为产品的防风抗雪性能提出新的解决方案。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/6789.html>