

# 燃气热水器抗风压性能研究

张阳阳, 赵曼, 郭永花, 刘文乾  
(北京庆东纳碧安热能设备有限公司)

**摘要:** 高层建筑或大风地区的用户使用燃气热水器时, 由于风压过大, 会造成燃气热水器燃烧不充分、熄火、爆燃等问题, 甚至会造成安全事故。目前强排式燃气热水器主要有利用风压开关、风机电流反馈、风压传感器 (简称 APS) 及产品结构等四种方法进行抗风压处置。本文对这四种抗风压技术进行了实验研究。通过风洞对燃气热水器烟管施加不同的风压, 从最大抵抗风速、运行中烟气的变化、同一种抗风压技术比较、停止时烟气含量等方面对四种技术进行了研究分析。发现利用 APS 进行抗风压的燃气热水器运行最安全、最稳定, 而采用风压开关进行抗风压的燃气热水器相对较差, 采用风机电流反馈和结构抗风压的燃气热水器居中。而且即使同一种抗风压技术, 若风机等零部件规格不同或控制程序不同, 抗强风性能也会相差很大。

**关键词:** 燃气热水器; 抗风压性能; 风压传感器; APS; 风压开关; 安全

## 1 前言

随着我国居民生活水平的不断提高、科技的发展及节能减排政策的不断深化, 燃气热水器作为生活热水清洁供应方式越来越受到大家的喜爱。

高层建筑相对于低层建筑而言, 室外的风明显大很多, 对于高层建筑密集的地区, 风速将会由最初的 10 m/s 以下的弱风急剧增加 2~3 倍, 变为 20 m/s 左右的强风。海边的建筑室外风也比内陆的风大。现在高层建筑甚至超高层建筑急剧增多, 东部沿海地区也经常会受到台风的袭击, 这些都会对燃气热水器的正常使用造成极大的挑战。

根据 GB 6932-2015《家用燃气快速热水器》国家标准<sup>[1]</sup>的要求, 强排式燃气热水器应设置烟道堵塞安全装置和风压过大安全装置。标准要求: “风压在小于 80 Pa 前, 安全装置不能启动。风压加大, 在产生熄火、回火、影响使用的火焰溢出现象之前, 关闭通往燃烧器的燃气通路。”

为了保证燃气热水器的使用符合国家标准, 更为了保证燃气热水器使用的安全性和舒适性, 很多燃气热水器厂家都对抗风压技术进行了研究。

## 2 强排式燃气热水器抗强风技术

目前强排燃气热水器抗强风技术主要有四种, 分别是采用风压开关控制技术、风机电流反馈控制技术、结构控制技术及 APS (风压传感器) 控制技术。

### 2.1 风压开关控制技术

风压开关是一种常用的实现风压过大时保护热水器的装置。风压开关有两个检测口, 即正压检测口和负压检测口, 其腔体也由此分为正压腔和负压腔。两腔之间用皮膜隔离, 当有压力源时皮膜移动触动微动开关从而达到开/关目的, 进而实现对燃气热水器的控制。

采用风压开关进行抗强风，设计和测试简单，技术较成熟，价格相对便宜，是目前厂商使用比较多的方法。但是，风机测压口安装位置的偏差，风机叶轮的安装偏差以及季节变化时造成的压差信号波动，这些都会对风压开关的选型和使用造成困扰<sup>[2]</sup>。采用风压开关实现风压过大保护的机器，其风机转速通常是恒定的。在低负荷运转时，热效率偏低，且热水器最小热负荷偏大，夏天使用时可能会有出水温度较高的现象。另外风压开关用于抗强压是一种被动的保护，当风压值超过设定值时，热水器会立刻停止运行。

## 2.2 风机电流反馈控制技术

该控制方式是利用正常状态下与有风状态下的风机电流的差异，间接测量风压从而对燃气热水器进行调节。

有风或烟道堵塞时与正常状态相比，热水器排烟阻力增加，风机电流会降低。以正常状态的风机电流为基准，风机电流变低时，主板程序根据电流变化判断外界风压是否过大，并自动提高风机转速，增加抗风补偿。当外界风压太大时，程序判定抗风补偿仍无法确保机器正常燃烧工况，此时热水器会自动切断气源，停止工作。

风机电流反馈控制方式可有效解决采用风压开关的热水器在风压较大时，无法使用的现象，提高热水器的抗风性能和适用范围。

采用风机电流反馈进行抗强风的方式，对风机一致性要求较高。有的厂家会通过选择中心风机进行正常风机电流的标定。电流参数的选择和程序的设定非常重要，如果参数和程序设定不合理可能还会对燃气热水器的正常运行造成干扰。

采用风机电流反馈进行抗风压时，有几个方面需要注意<sup>[2]</sup>：

- 1) 冬夏环境温度变化时，风机的启动性能和电流会有变化；
- 2) 风机的本身绕阻差异及风机轴承使用润滑剂可靠性，会引起风机的启动性能和电流变化；
- 3) 风机长期使用时，由于风机叶轮积灰，也会引起风机的启动性能和电流变化。

## 2.3 APS (风压传感器)控制技术

该控制方式可以实现当外界风压变动时，主控制器根据 APS 传递的信号，对风机转速和燃气比例阀电流进行调整，保证热水器即使在很高的风压下依旧可以正常燃烧<sup>[3]</sup>。

随着风机风压的变化，APS 隔膜的位置进行相应的变化，霍尔传感器的位置跟着移动，传感器会将感知到的风压变化转换为电压变化。该方式是利用出风口风压的差异测定压力值，而不是通过特定风机压力点（通过 ON/OFF 方式控制），来测量具体的风压值。

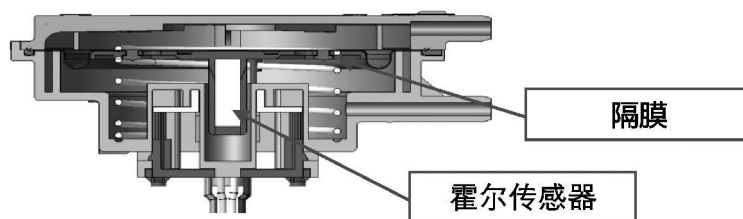


图 1 风压传感器示意图

该种控制方式可以适应多种情况，如烟囱长度变更、排气堵塞、有强风等给热水器燃烧带来异常的情况。相比前两种的方式，更能保障产品安全性。但是由于价格高以及程序控制复杂等原因，该控制方式仅在部分高端燃气热水器机型上使用。

## 2.4 结构控制技术

有一些燃气热水器虽然没有安装风压感知装置，但是机器本身也有一定的抗风压性能，这与燃气热水器本身的结构设计有很大关系。

## 3 实验结果

为了分析上述四种抗风压控制技术，选取同规格的 6 款主流机型，见表 1，就抗强风性能方面进行对比试验。实验测试系统如图 2，实验方法参考 GB 6932-2015。

表 1 选取的 6 款燃气热水器的抗强风技术和风机类型

	抗风压控制技术	风机种类
燃气热水器 A	风压开关	AC-FAN
燃气热水器 B1	风机电流	BLDC-FAN
燃气热水器 B2	风机电流	BLDC-FAN
燃气热水器 C	结构控制	BLDC-FAN
燃气热水器 D1	APS	BLDC-FAN
燃气热水器 D2	APS	BLDC-FAN

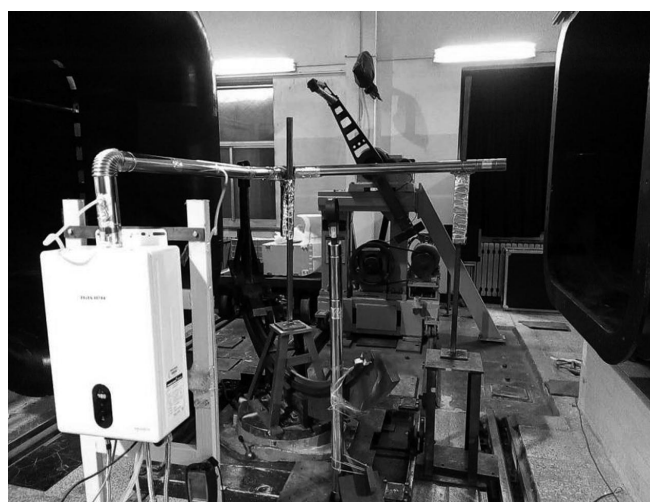


图 2 实验测试系统实物图

### 3.1 各燃气热水器最大抵抗风速

最大抵抗风速是指燃气热水器正常工作且 CO 含量低于 600 ppm 时的风速。实验中风洞的风对烟管直吹施加风压（最恶劣工况）。

从图 3 可以看到不同的燃气热水器可抵抗的最大抵抗风速不一样。燃气热水器 A 可抵抗风速最小，仅为 5.23 m/s，燃气热水器 D2 可抵抗风速最大，可达 46.6 m/s（15 级风）。采用 APS 抗风压方式的机器较其他控制方式的机器，抗强风性能较好，这是因为其不仅是被动的机械控制，还通过 APS 的信号，进行相应的调整。

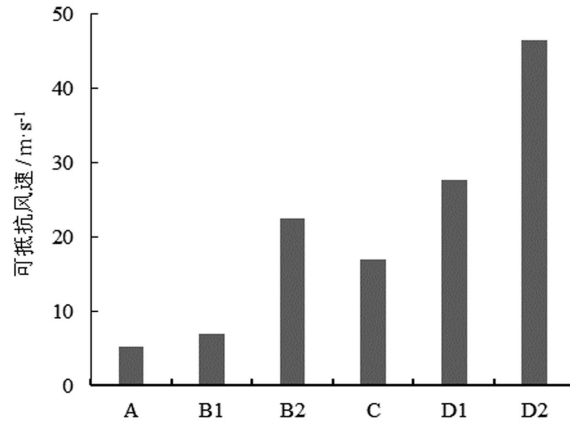


图 3 各燃气热水器安全运行时最大抵抗风速

### 3.2 不同风速下各个燃气热水器 CO 含量变化

从图 4 可以看出低风速时, 各个燃气热水器燃烧均正常, 且烟气 CO 含量均维持在较低的含量, 6 台燃气热水器彼此烟气含量并没有特别大的差异。

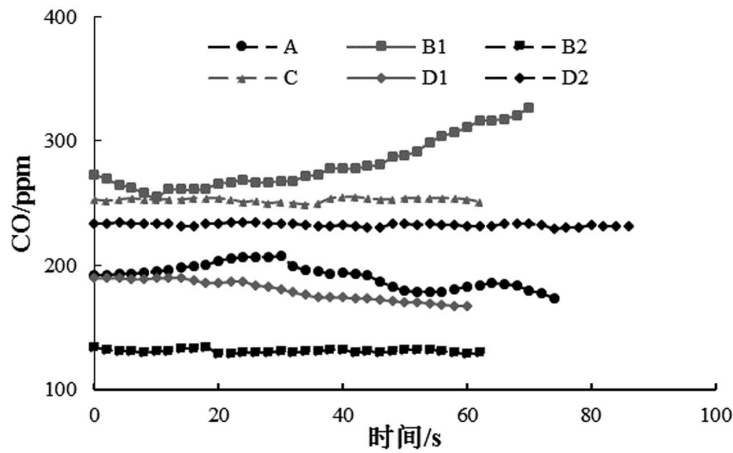


图 4 5 m/s 风速下各燃气热水器 CO 含量变化

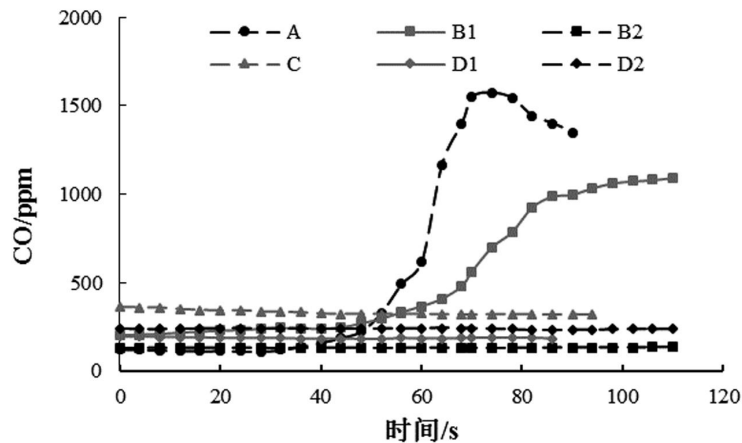


图 5 12 m/s 风速下各燃气热水器 CO 含量变化

随着风洞风速继续增加时, 风压也随之增加。如图 5, 对于燃气热水器 A, 其风压值已经接近风压开关临界值, 当风速从 5 m/s 急剧增加到 10 m/s 时, 烟气 CO 含量急剧增加, 由于风压值处于临界状态, 机器并没有停止工作。而对于燃气热水器 B1, 也存在同样的问题,

虽然它是通过风机电流反馈控制进行抗风压的，但是在这种风压急剧变化时，主控制器和风机的反应速度并没有那么快，且最后烟气的 CO 含量也并未降低到 600 ppm 以内，机器也没有停止工作。而对于其余 4 款热水器在该风速下，均可以安全运行。

如图 6 所示，当风速继续增加，燃气热水器 A 终于报错，停止工作；燃气热水器 B1 和 C 虽然仍在运行，但其烟气含量也已经远超 600 ppm。对于燃气热水器 B1 虽然出现了烟气含量减少的变化趋势，但是烟气一直处于不安全状态。这与控制程序中风机电流补偿系数有很大关系。因为采用同规格风机的燃气热水器 B2 并未出现该问题。这也从另一方面说明，通过采用风机电流反馈控制进行抗风压的这种方式对于程序的要求是相对比较高的。燃气热水器 C 虽然仍在工作，但是 CO 含量维持在一个比较高的水平。燃气热水器 B2、D1、D2 在该风速下，整个运行过程均安全稳定。

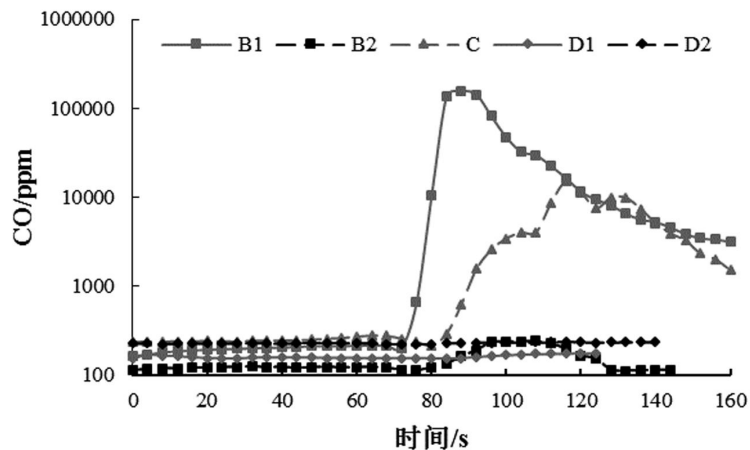


图 6 23 m/s 风速下各燃气热水器 CO 含量变化

如图 7 所示，当风速增加到 33 m/s 时，6 款燃气热水器中 A、B1 已经报错并停止工作；燃气热水器 B2 和燃气热水器 C 虽然仍在运行，但其烟气含量已经会对人体造成很大的危害；而采用 APS 抗风压方式的燃气热水器 D1、D2 在该风速下，整个运行过程安全、稳定。

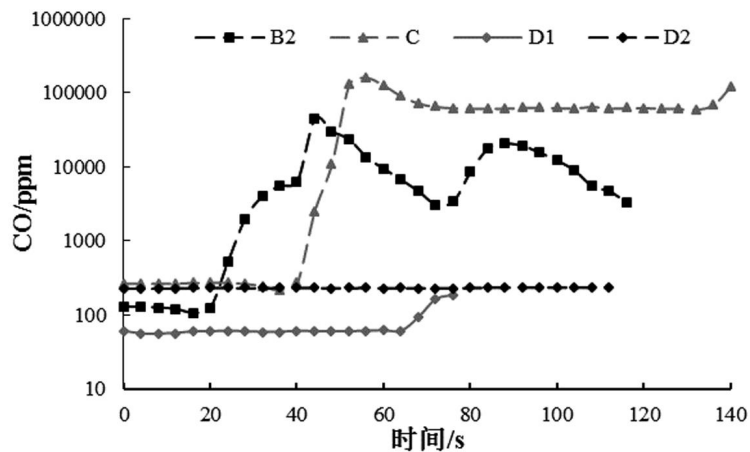


图 7 33 m/s 风速下各燃气热水器 CO 含量变化

### 3.3 不同的抗风压技术燃气热水器 CO 含量

从图 8 可以看出，采用风压开关抗风压方式的燃气热水器 A，在低风速时，可以满足正常安全运行，但是当风速急剧增加时，CO 含量会远远超过安全范围，而此时燃气热水器并未报错及停止运行，其实还是存有一定的安全风险。

采用风机电流反馈控制技术的燃气热水器 B1 和 B2，不论是抗强风性能还是安全性能都要比采用风压开关抗风压方式好。但是从图 9 可以看出燃气热水器 B1 和 B2 差异还是比较大的。正如前文所述，对于采用风机电流反馈抗风压方式的燃气热水器来说，风机的选择、尤其是控制程序参数和风机补偿系数等参数的选择至关重要。

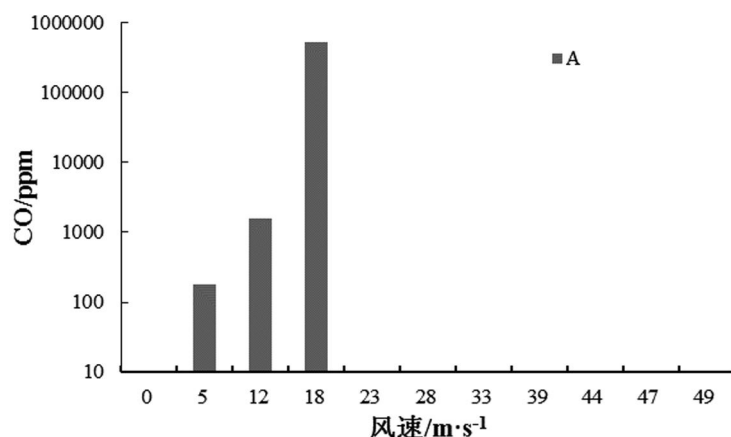


图 8 各风速下风压开关控制技术的燃气热水器 CO 含量

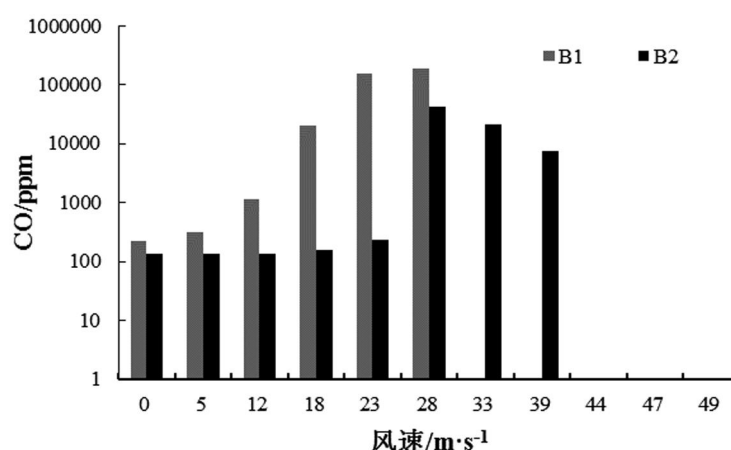


图 9 各风速下风机电流反馈控制技术的燃气热水器 CO 含量

采用结构进行抗风压的燃气热水器 C，表现比预期要好，在 18 m/s 的风速下，仍然可以安全运行。但是这会对结构工程师造成极大的挑战，一方面要减少外界风对燃气热水器的影响，同时还要注意燃气热水器烟气的排放。

采用 APS 进行抗风压的燃气热水器 D1、D2，在这 6 款机器中，可抵抗风速方面，尤其是安全性能方面表现最好。和采用风机电流反馈进行抗强风一样，采用 APS 进行抗风压，对于风机和控制程序的要求也是比较高的，燃气热水器 D1 和 D2 抗强风性能存在这么大的差异，和它们采用的风机规格有很大的关系。同样的风机结构，风机电机额定负载越大，送风量越大；而同样的风机电机额定负载，风机叶轮和进风口直径越大，其送风量也越大。高规格的风机可以为主控制器程序参数设定留有较大的余量。

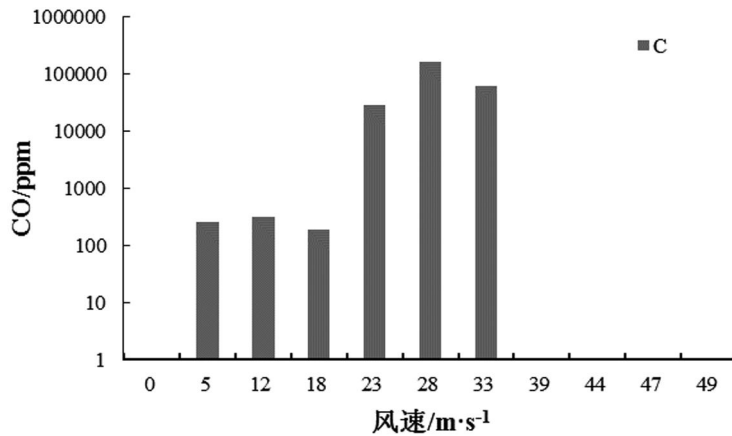


图 10 各风速下结构控制技术的燃气热水器 CO 含量

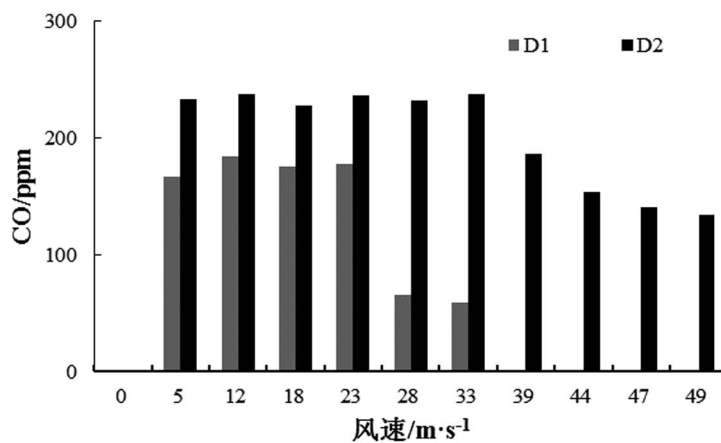


图 11 各风速下 APS 控制技术的燃气热水器 CO 含量

### 3.4 四种抗风压方式机器停止时 CO 含量

表 2 为四种抗风压方式机器停止时 CO 含量测试数据。在四种控制技术中，相对其他三种技术，采用 APS 进行抗风压的方式可以保证整个运行过程是安全的。同时，这也提醒厂商在设计产品时需要注意一些极端恶劣的工况。

表 2 四种抗风压方式机器停止时 CO 含量

抗风压方式	风压开关	风机电流	其他	APS
UCO, ppm	534867	188254	162534	134

## 4 结论

1) 不同的抗风压控制技术可抵抗的最大风速不一样。在本次实验中 APS 控制技术的最大抵抗风速数值最大，风压开关控制方式最大抵抗风速数值最小。

2) 即便是同种控制方式，如果控制程序和使用零件规格不同，其抗强风性能差异也会比较大。厂家通过选择合适的风机等零部件或是优化控制程序，对于增强燃气热水器抗风压性能会有很大的帮助。

3) 不同的抗风压控制方式安全性能差异比较大。四种抗风压方式中，APS 最安全，CO 一直维持在远低于 600 ppm 的水平；而风压开关等几种控制技术，机器停止时 CO 含量已经远高于 600 ppm。产品设计时不仅在正常工况下要符合国标规定的要求，还需要考虑一些极

端恶劣的工况。

#### 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB 6932-2015 家用燃气快速热水器[S] 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [2] 王保友. 强排燃气热水器风压过大保护设计[C]// 中国土木工程学会城市燃气分会应用专业委员会年会论文, 2008.
- [3] 李东根, 罗镛大. 压差测量装置[P]. KR 20130052015A, 2013-05-08.