

安全性——燃料电池技术推广面临的首要问题

张迪

(清华大学核能设计技术研究院,北京 100084)

摘要:燃料电池是目前最被关注的一种利用氢能的装置。尽管燃料电池技术拥有非常美好的前景,但安全性是制约其发展的重要因素。如不解决好这一问题,燃料电池技术将很难得到推广。

The Safety – The Most Important Factor of Fuel Cell Application

Zhang Di

(INET, Tsinghua University, Beijing, 100084)

Abstract: Fuel cell is a device utilizing hydrogen energy. Nowadays, it becomes the focus of new energy sources because it is expected as a candidate for cleanly and highly efficient power source. To develop the fuel cell technology, safety problem must be settled because it is the most attentive problem for the populace.

氢(hydrogen),即“成水元素”。它燃烧的产物是水,没有灰渣和废气,不会污染环境;而煤和石油燃烧生成的是二氧化碳和二氧化硫,可分别产生温室效应和酸雨。煤和石油的储量是有限的,而氢主要存于水中,燃烧后唯一的产物也是水,可源源不断地产生氢气,永远不会用完。此外,除核燃料外,氢的发热值是所有化石燃料、化工燃料和生物燃料中最高的,为 142,351kJ/kg,这一数值是汽油发热值的 3 倍。因此,许多科学家认为,在众多的新能源中,氢能将会成为 21 世纪最理想的能源。

而燃料电池(fuel cell)则是目前最被关注的一种利用氢能的装置。燃料电池的概念是随着近几十年来环保问题的日益严重才变得越来越热的。今年 1 月,美国总统布什明确表示,放弃已经进行了 8 年之久的超高里程燃气动力汽车的开发研制,而把燃料电池汽车作为美国清洁汽车研发新的正式目标。作为世界上第一汽车大国,美国的这一举动将燃料电池热度提升到了前所未有的高度。

近年来,国际车坛出现氢能汽车开发热,世界四大汽车公司——美国的福特、德国的戴姆勒-奔驰、美国的通用和日本的丰田,都在加快研制氢能汽车的步伐。中国也已研制成功了一种氢能汽车,它使用贮氢材料 90 千克,可行驶 40 千米,时速超过 50 千米。今后,不但汽车会采用燃料电池,飞机、舰艇、宇宙飞船等运载工具也将使用燃料电池,作为其主要或辅助能源。

尽管燃料电池汽车技术拥有非常美好的前景,然而,想要推广它,却并非易举,还要面临诸多问题。首先就是它的安全性,说到氢气,许多人立时便会联想起“兴登堡号”(Hindenburg)飞艇氢气爆炸事故。

1937 年 5 月 6 日,“兴登堡”号飞艇在一场灾难性事故中被大火焚毁,97 名乘客和乘务人员中至少有 23 人死亡。这艘飞艇正在新泽西州莱克赫斯特海军航空总站上空准备着陆,仅花几分钟内的时间就被烧毁,起火原因目前尚不清楚,不过人们认为它是由发动机放出的静电或火花点燃了降落时放掉的氢气所致。直到事故发生为止,“兴登堡”飞艇已十次安全地往返于大西洋两岸之间,共载客 1002 人次。

在最后这次飞行当中,由于是在大西洋上空逆风飞行,“兴登堡”号迟到了 12 小时。它在东海岸

上空缓慢飞行徐徐下降,以便在傍晚到达,因为这是降落的最佳时间。晚7时20分。飞艇掷下两根着陆线,并准备着陆,这时长972英尺、重110吨的飞艇在离地面300英尺的空中,突然起火燃烧。地面上的人束手无策,眼睁睁地看着700万立方英尺的氢气囊几乎立即被烈焰吞没,燃着的骨架落地跌得粉碎。“兴登堡”号在浓烟之中焚毁。经过海军人员和乘务人员奋勇努力,许多人被抢救出来。

另一种说法是地电通过系留绳索传到艇身,使凝聚在气囊蒙布上的一层水点导电,把整个艇体变成一个巨大的电容器;雷电交加的暴雨点燃了集结在飞艇后部的氢气。

“兴登堡”号失事后,飞艇退出了历史舞台。

著名的切尔诺贝利事故也和氢气有关。1986年4月26日凌晨,位于苏联乌克兰加盟共和国首府基辅以北130公里处的切尔诺贝利核电站发生猛烈爆炸,反应堆机房的建筑遭到毁坏,同时发生了火灾,反应堆内的放射物质大量外泄,周围环境受到严重污染,造成了核电史上迄今为止最严重的事故。

据专家分析,核电站爆炸的客观原因可能是堆芯冷却系统发生故障,使工艺管内缺水,堆内温度急剧上升,导致燃料芯体熔化,使高温下的水蒸气与钴、石墨发生反应产生氢气,并在高温下发生爆炸后引起大火。其主观原因是技术落后、缺乏先进的电子计算机监测系统,以及管理不当,运行人员执行的实验程序考虑不周和操作失误。但追溯其根本原因应归于核电站主管部门安全意识淡漠。

意大利东北部从的里雅斯特通往威尼斯的高速公路上2003年3月13日发生一起重大交通事故,有250多辆汽车连环相撞,现已造成至少14人死亡和85人受伤,其中4人伤势严重。

据当地警方说,事故发生在当地时间早晨。当时大雾弥漫,能见度极低,先是一辆装有汽油的卡车与同一方向行驶的另外两辆运货卡车相撞,而被撞的卡车躲闪不及,当即冲出车道,与在其它车道上行驶的一辆装有氢气的卡车相撞。这辆装有氢气的卡车在被撞后立即燃起大火,刺鼻的气味很快蔓延到前后数公里。这一事故最终引起250多辆汽车连环相撞。

普通的公众在知道以上的一些事实之后,难免会对氢气的安全行忧心忡忡。一旦装置在身后的压缩液氢箱泄漏或是遭外力撞击,它会不会变成一个巨大的炸弹?这不仅是研究人员和厂家必须面对的问题,也是许多未来的燃料电池汽车消费者最关心的一点。

美国能源部所进行的研究为公众服下了第一颗定心丸。实验结果显示,尽管氢气是易燃气体,但由于它原子量小,当压缩液氢箱泄漏时,氢气会很快跑到空气中去,因此并不比汽油泄漏时发生爆炸的危险性更高。从今年5月开始,本田公司将对其研制的FCX-V5燃料电池车进行一系列公路汽车碰撞测试。此前的结果极大鼓舞了公众的信心。在时速55公里的情况下,两辆汽车迎面发生碰撞后,压缩液氢箱完好无损,并没有发生任何泄漏。而未来将进行的更高速度下的侧面碰撞和追尾碰撞实验将进一步测试燃料电池汽车的安全程度。

尽管如此,为了消除公众对氢气的恐怖心理,在今后,研究部门及宣传部门仍有大量的工作有待完成。

