

风电制氢技术国内外发展现状及对策建议

张丽

科技部高技术研究发展中心

近年来，风电在我国得到了迅猛发展，我国已成为风电增长最快的国家。根据国家中长期发展规划，到2020年底和2050年底，风电总装机容量将分别超过200GW和1000GW。随着风电装机容量的猛增，越来越多的问题正逐渐显现，如，大规模不可控低品质风电并网对电网安全性带来的挑战；大规模风电场的聚集给当地电网输送带来的极大压力，造成大量弃风现象；大量并网风电给电网调度中心造成越来越大的困难，而且造成电网平衡成本逐渐增大。为解决这些问题，积极探索能源转换方式，将风能转化为氢能源加以利用成为当前研究的重点方向。

一、关于风电制氢技术

风电制氢技术是将风能通过风力发电机转化成电能，电能通过电解水制氢设备转化成氢气，通过将氢气输送至氢气应用终端，完成从风能到氢能的转化。

根据风电来源的不同，可以将风电制氢技术分为并网型风电制氢和离网型风电制氢两种。并网型风电制氢是将风电机组接入电网，从电网取电的制氢方式，比如从风场的35kV或220kV电网侧取电，进行电解水制氢，主要应用于大规模风电场的弃风消纳和储能。离网型风电制氢是将单台风机或多台风机所发的电能，不经过电网直接提供给电解水制氢设备进行制氢，主要应用于分布式制氢或局部应用于燃料电池发电供能。

风电制氢技术作为一种新型的储能方式，更多地将被应用于平抑大规模风电场发电的不均衡性，提高风场风电的利用率。

风电制氢技术主要涉及电氢转换和氢气输运两大关键技术，图1是大规模风电场风电制氢技术原理图，整个技术模块包括风力发电机及电网、电解水制氢系统、储氢系统和氢气输运系统。根据风场风电的拓扑结构，按照控制需求可以从35kV或220kV电网处取电，经过AC/DC转化后，进行电解水制氢，所制的氢气先储存在中压储氢罐中，然后，通过20MPa氢气压缩机充灌到氢气管束车，根据用氢需求进行派送，或者可以将中压氢气以不高于体积比10%的浓度掺入到天然气管道中进行输送。

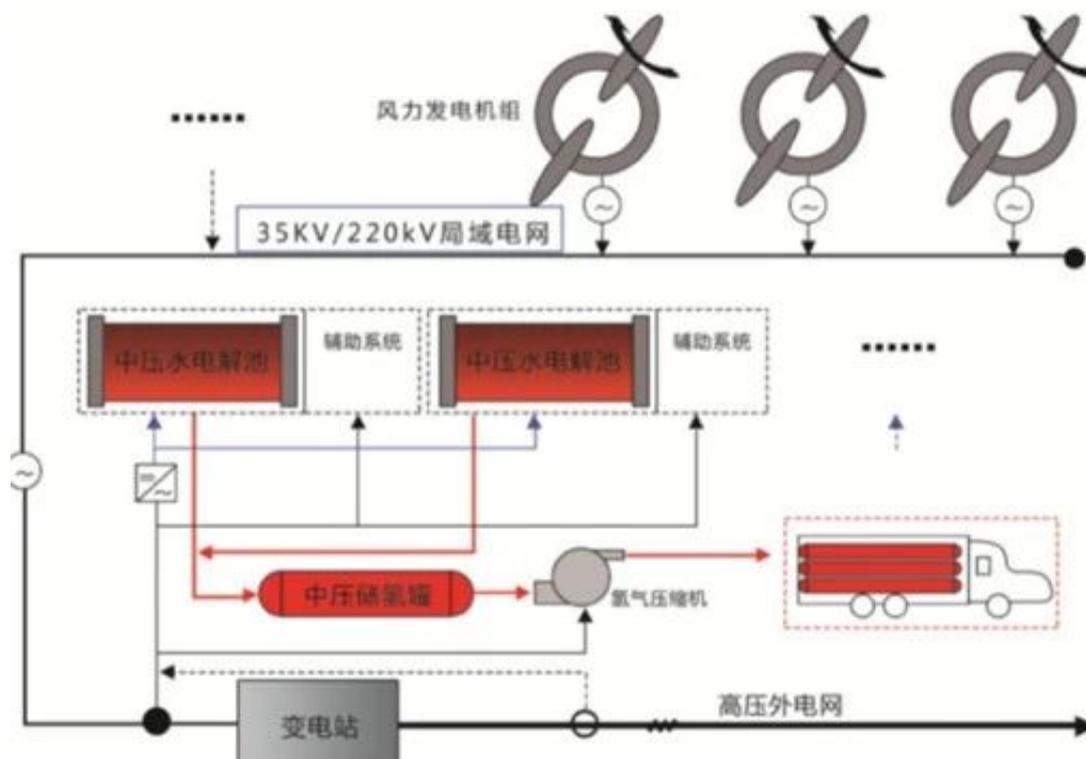


图1风电制氢技术原理图

二、国际发展现状

（一）欧洲

针对风电的不稳定性及存在的弃风限电等问题，欧洲国家（如丹麦、德国、西班牙等国）的专家们早在五、六年前就开始了相关的研究，重点关注风电结合氢储能系统的技术和成本可行性分析，随后启动了一些示范项目。

在欧盟委员会欧洲研究和创新第七框架计划推动下，启动一项名为INGRID的氢储能项目，该项目总计划投资2390万欧元，其中欧盟资助1380万欧元，由几家企业和研究机构组成的财团，包括意大利的ICT技术公司、Engineering Ingegneria Informatica、Agenzia per la tecnologia e l'Innovazione(ARTI)，意大利公用事业部门Enel Distribuzione，比利时氢发电机供应商Hydrogenics，法国的固态氢存储开发商McPhy Energy，以及意大利研究机构Ricerca sul Sistema Energetico和西班牙研究中心Energetico TECNALIA等自筹1010万欧元。该项目的目的是通过氢储能系统在提升可再生能源系统的利用效率的同时，优化间歇性可再生能源电力的发电品质，以保证电网的安全性和稳定性。该项目建设地为意大利的普利亚地区，项目总储存能力为39MWh，由3.5GW的太阳能、风能和生物能资源组成的发电系统，储氢容量超过1吨的固态储氢系统和一套1.2MW的氢发电机组。

德国制定了宏伟的“Power to gas”发展计划，并逐步实施。Power to gas项目的背景源于德国可再生能源导入量的扩大，德国打算2022年之前全面废除核电，扩大可再生能源的比例。2012年，可再生能源在德国总发电量中所占的比例达到了22%，2020年计划将其提高到35%，2030年进一步提高到50%。基本路线是最终使用多余的风能等可再生能源，电解水生成氢，将制得的氢气储存起来，然后加入至现有的燃气管道网络。氢气作为一种能源载体或原料，用于混氢天然气燃料，或者作为化工原料以及作为氢燃料电池汽车的燃料。

2011年10月，建造于德国柏林普伦茨劳的“风氢混合电站”正式建成启用，它是全球第一个涉及氢气储能和利用的项目。该项目风电装机容量为6MW，电解槽装机容量约0.6MW。随后，德国又启动了两项氢气储能和利用项目，分别位于德国北部的梅克伦堡前波美拉尼亚和东北部勃兰登堡的法尔肯哈根。

（二）美国

美国制定了Wind2H2计划，该计划是由美国能源部国家可再生能源实验中心（NREL）与Xcel能源公司于2004年合

作的计划，并交由NREL的国家风能技术中心主持。此计划目的是为协助研究人员掌握可再生能源与电解水制氢之间关键技术，具体内容如下：研究储能技术（以储氢技术为主），再生能源输出及系统成本效益分析；掌握风/氢系统输出最佳容量配比技术（风电、太阳能和氢能系统协调运行策略）；不同运行状态分析研究（调节再生能源输出直接上网和电解水所需电量的比例，并进行技术经济分析）；电解技术分析（质子交换膜电解槽和碱性电解槽）对风氢系统的影响；推行系统整合、扩大研究规模和领域。现阶段已完成新能源制氢设备的工业规模及社区或个人使用规模设备系统的商业化，并且可直接利用风能进行储能，目的使其在技术和成本上具有优势。

三、我国的发展现状与问题

我国对于发展风电制氢技术也很重视，2014年，李克强总理考察德国氢能混合发电项目，指示国内相关部门组织实施氢能利用示范项目。国家能源局指示河北、吉林省加快可再生能源制氢示范工作，将氢储能作为解决弃风、弃光问题的新思路。

2015年3月，国家电网发布《关于做好2015年度风电并网消纳有关工作的通知》，其中，第五项提出要积极开拓适应风能资源特点的风电消纳市场。为提高本地电网消纳风电的能力，促进风电的就地利用，河北、吉林省要加快推进风电制氢的示范工作，进一步积累经验。

2016年3月，能源局发布《关于做好2016年度风电并网消纳有关工作的通知》，总结现有示范项目经验基础上，开展一批新的风电制氢、风电高载能供电示范项目建设。河北、吉林省要加快推进风电制氢的示范工作。

2016年4月，国家发改委、国家能源局下发了《能源技术革命创新行动计划（2016—2030年）》，也将“氢能与燃料电池技术创新”作为15项重点任务之一。5月19日，中共中央、国务院联合印发了《国家创新驱动发展战略纲要》，其中明确提出：“开发氢能、燃料电池等新一代能源技术”。

但总体上讲，我国风电制氢技术研发起步较晚，进展较为缓慢。目前尚无成熟商业运行的风电制氢储能和燃料电池发电系统，大规模风电制氢储能的示范工程设计经验不足，在系统的关键性技术、效率提升和经济性方面未能取得实质性的进展。面临的问题主要有：

（一）关键技术难题

从技术角度来看，风电的随机性、不稳定性、波动性较大，而水电解制氢设备对电能质量的稳定性要求较高，频繁的电力波动会对设备的运行寿命及氢气的纯度质量造成影响。如何进行有效的电能匹配，提高制氢设备的可利用率需要研究探讨。此外，当前氢气的储存和运输成本较高，包括氢气储运的安全性等都是制约氢能行业发展的瓶颈，储运技术需进一步深入研究。

（二）推广应用难题

风电制氢技术的发展有待于氢气下游用户使用问题的解决，当前氢气的大规模使用途径还较为单一，受限于运输和储存成本，用量较大石化企业、合成氨企业多为自行制备，或采用天然气重整、甲醇裂解或煤制氢等方式制取。高纯氢市场用户多，但用量较小，行业发展潜力不大。近年来燃料电池汽车行业技术发展颇受关注，燃料电池汽车行业的规模化发展将会带动氢能规模化利用。

参照德国powertogas计划，将氢气按一定比例加注到天然气管道中加以利用，也是风电制氢和氢能利用规模化发展的有效途径。如果将风电制取的氢气注入到西气东输的输气管道中，则我国西北部地区的风电弃风难题可有效解决。

四、促进我国风电制氢技术发展的对策建议

（一）关注解决氢能利用途径

制定有关标准和政策，探索将氢气注入到天然气管道中加以利用；促进燃料电池技术行业的发展，燃料电池技术发展将带动氢能的清洁利用，进而推动风电制氢技术的发展。提高油品品质，提高汽柴油标号标准，进而推动油品加氢技术的发展，扩大氢能的利用途径。

（二）加强电解制氢技术的开发

电解制氢技术要想在间歇性电源的储能环节中获得广泛应用，首先必须满足对间歇性电源功率波动的适应性，因此需要深入研究电解制氢装备的功率波动适应性，开发大功率、低成本和高效率工业化碱性电解水制氢技术。同时，开发可快速响应功率波动的固体聚合物电解水制氢技术（SPE）。

（三）开展氢储能系统的研发

由于氢气易于储存，因此有利于提高波动性大的风/光伏发电品质，并能够参与电网调峰网，可以提高电网安全性和运行效率。因此，如何设计高压储氢系统，使之与电网调峰和运行模式相匹配，是该技术能够走向市场的关键技术之一。

（四）注重大规模风电制氢运行模式以及经济性

一种技术的推广应用，其经济性固然重要，但对于影响面较大的技术而言，单纯考虑经济性是不够的，特别是对社会和环境都会产生影响的技术，应该对其综合效益进行研究和评价，包括社会效益、环境效益及经济效益等。因此，需要在经济性分析的基础上，建立一套多能源转换利用的综合效益评价指标体系和方法，为决策提供支撑。

（五）解决风电与电网输配电的政策问题

参考国家能源局制定的风电供热政策，制定风电制氢相关政策。水电解制氢站是类似于电解铝等的高耗能产业，用电负荷的增加有利于电能的消纳，电网应增加风电的发电上网指标，吸收利用更多清洁电能。出台直供电售电政策，电网公司收取相应过网费后，风电场可直接向制氢站供电，统筹调度风电与太阳能等新能源发电资源，确保水电解制氢供电的稳定性。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/157105.html>