

## 风电场弃风实现制氢及氢能综合利用技术分析

吴炎鑫

福建省福能新能源有限责任公司, 福建 莆田 353100

**[摘要]**随着我国风能产业的蓬勃发展,风电装机容量不断增加,但与此同时,风电消纳困难的问题也逐渐显现。风电弃风现象频发,导致大量风能资源浪费,限制了清洁能源的有效利用。为了解决这一问题,文中提出了利用风电场弃风实现制氢及氢能综合利用技术的方案。通过将风电场产生的过剩电能转化为氢能,并将制得的氢气应用于多个领域,如能源生产、交通运输、工业生产等,旨在提高风能的综合利用效率,实现清洁能源的高效利用。以期为解决风电消纳困难问题提供新思路和技术支持,推动清洁能源产业的持续发展。

**[关键词]**风电场弃风;制氢;氢能综合利用;技术分析

DOI: 10.33142/hst.v7i5.12324

中图分类号: TQ116.2

文献标识码: A

### Technical Analysis of Hydrogen Production and Comprehensive Utilization of Hydrogen Energy by Abandoning Wind Power in Wind Farms

WU Yanxin

Fujian Funeng New Energy Co., Ltd., Putian, Fujian, 353100, China

**Abstract:** With the vigorous development of China's wind energy industry, the installed capacity of wind power continues to increase. However, at the same time, the problem of difficult consumption of wind power is also gradually becoming apparent. The frequent abandonment of wind power leads to a large amount of waste of wind energy resources, which limits the effective utilization of clean energy. In order to solve this problem, this article proposes a plan to use wind power abandonment to achieve hydrogen production and comprehensive utilization of hydrogen energy technology. By converting excess electricity generated by wind power into hydrogen energy and applying the produced hydrogen to multiple fields such as energy production, transportation, and industrial production, the aim is to improve the comprehensive utilization efficiency of wind energy and achieve efficient utilization of clean energy. The aim is to provide new ideas for solving the problem of difficult consumption of wind power. Technical support to promote the sustainable development of the clean energy industry.

**Keywords:** wind farms abandonment; hydrogen production; comprehensive utilization of hydrogen energy; technical analysis

#### 引言

随着全球对可再生能源的需求日益增长和环境保护意识的提高,风能作为清洁、可再生的能源之一,得到了越来越广泛的关注和应用。然而,尽管风能具有巨大的潜力和优势,但由于风能的不稳定性和间歇性,导致风电场在运行过程中常常会出现弃风现象,即因电网负荷不足或风能过剩而无法有效利用的情况。这种弃风现象不仅会造成能源资源的浪费,还会影响风电场的经济效益和可持续发展。为了充分利用风电场产生的过剩电能,解决弃风问题,提高风能的综合利用效率,制氢及氢能综合利用技术应运而生。通过将风能转化为氢能,并将制得的氢气应用于多个领域,如能源生产、交通运输、工业生产等,实现了对风能资源的高效利用和多元化利用。本文将对风电场弃风实现制氢及氢能综合利用技术进行全面深入的分析和探讨,探寻其在解决能源问题和推动清洁能源发展中的重要意义和应用价值。

#### 1 风电场弃风现象与问题分析

风电场弃风现象是指在风力发电过程中,由于多种因素的影响,包括风速变化、电网负荷需求不稳定等,导致

风力发电机组产生的电能无法完全接入电网并被利用的情况。这种现象不仅在全球范围内普遍存在,而且在某些地区尤为突出。弃风现象给风电行业带来了严重的挑战和问题。首先,弃风现象造成了能源资源的浪费。由于风电场在弃风期间无法将全部产生的电能接入电网,这部分电能实际上被浪费掉了,导致了宝贵的风能资源未能得到充分利用。这不仅对环境造成了不必要的损害,还导致了能源资源的浪费,与节能减排的政策背道而驰。其次,弃风现象给风电行业和电力系统带来了经济损失。风电场的建设和运营都需要巨额投资,但由于弃风现象的存在,无法充分利用风电资源,使得投资回报受到影响。同时,电力系统在调度和运行上也面临较大挑战,需要采取额外的措施来应对弃风现象带来的影响,增加了系统的运行成本。此外,弃风现象还可能对电力系统的稳定性和可靠性造成影响。电力系统需要根据实际负荷需求来调度发电机组的运行,但如果风电场产生的电能无法及时接入电网,可能导致电网的负荷平衡出现问题,进而影响到电力系统的稳定运行,甚至引发电力系统的故障和停电等问题。

## 2 制氢技术

制氢技术是一种关键的能源转换技术,具有广泛的应用前景。制氢技术可以利用各种能源,如风能、太阳能、化石能等,通过不同的反应途径将水或其他含氢物质转化为氢气。目前主要的制氢技术包括电解水制氢技术、生物法制氢技术和热化学制氢技术。电解水制氢技术是利用电能将水分解成氢气和氧气的过程。通过在电解槽中通入水,加入电解质,然后通过外加电压,在阳极处发生水氧化反应生成氧气,而在阴极处发生还原反应生成氢气。这种技术具有操作简单、效率高、环境友好等优点,因此被广泛应用于制氢领域。生物法制氢技术利用微生物代谢产生氢气的过程。通过将适合的微生物培养在适当的环境条件下,利用其代谢途径产生氢气。这种技术具有原料来源广泛、环境友好、生产成本低等优点,但其产氢效率相对较低,需要进一步提高。热化学制氢技术是利用热能将含氢物质分解产生氢气的过程<sup>[1]</sup>。这种技术包括水蒸气重整、甲烷重整、煤气化等方法,可以利用各种能源产生氢气。热化学制氢技术具有适用范围广、产氢效率高等优点,但同时也存在能源消耗较大、技术成本高等挑战。

### 3 风电场弃风实现制氢技术分析

#### 3.1 电解水制氢技术在风电场的应用

电解水制氢技术在风电场的应用是一种潜力巨大的解决风电场弃风问题的方案。这种技术利用风电场产生的电能,通过电解水的方式将水分解成氢气和氧气。具体而言,当风电场产生的电能超过电网负荷需求时,可以将多余的电能用于驱动电解水设备进行水电解,将水分解成氢气和氧气,氢气则可以储存或转化为其他形式的能源。电解水制氢技术在风电场的应用具有多方面的优势。首先,它能够充分利用风电场产生的过剩电能,将其转化为氢气等可再生能源,从而提高了能源的利用效率,减少了能源的浪费。其次,电解水制氢技术的运行比较灵活,可以根据电网负荷需求进行调节,实现动态调度,提高了电力系统的灵活性和稳定性。此外,氢气具有高能量密度和可储存性的优势,可以作为清洁能源在交通运输、工业生产等领域替代传统能源,从而进一步推动了清洁能源的应用和发展。然而,电解水制氢技术在风电场的应用也面临一些挑战和限制。首先,电解水制氢设备的投资成本较高,需要考虑设备采购、运行维护等方面的费用,影响了技术的经济性。其次,电解水制氢过程中产生的氧气也需要处理,增加了系统的复杂度和运行成本。此外,氢气的储存和运输也存在一定的安全风险和技术难题,需要综合考虑安全性、可靠性等因素。

#### 3.2 生物法制氢技术在风电场的应用

生物法制氢技术在风电场的应用是一种备受关注的创新方案。这种技术利用微生物的代谢活动,将有机废物或废水中的有机物质转化为氢气的过程。在风电场的背景下,生物法制氢技术可以成为一种可行的方法,用于利用风电场

产生的过剩电能,通过微生物的代谢产生氢气。生物法制氢技术的应用在风电场中具有诸多优势。首先,它不需要额外的原料投入,可以利用废水、废弃物等资源作为基质,实现资源的再利用和能源的高效转化。其次,与传统的水电解制氢技术相比,生物法制氢技术的能源消耗相对较低,同时还能够减少温室气体的排放,具有更好的环境友好性。此外,生物法制氢技术的操作相对简单,技术门槛低,适应性强,可以在不同环境条件下进行应用。然而,生物法制氢技术在风电场应用中也存在一些挑战和限制。首先,生物法制氢技术的产氢效率相对较低,需要进一步提高,以满足风电场产生的大规模氢气需求。其次,生物法制氢技术的稳定性和可控性需要进一步改进,避免微生物群落的不稳定或受到外界环境变化的影响而导致产氢效率下降<sup>[2]</sup>。此外,生物法制氢技术的工程化应用还需要解决废水处理、微生物培养等方面的技术难题和工程挑战。

#### 3.3 热化学制氢技术在风电场的应用

热化学制氢技术在风电场的应用是一种具有潜力的解决方案。这种技术利用热能将含氢物质分解产生氢气的过程,在风电场的背景下,可以有效利用风电场产生的过剩电能,将其转化为热能,进而应用于热化学制氢过程中。热化学制氢技术的应用在风电场中具有多重优势。首先,它可以利用风电场产生的电能,通过电热设备或其他方式将电能转化为热能,实现了能源的有效利用和转化。其次,热化学制氢技术的产氢效率较高,可以实现大规模的氢气产生,满足风电场产生的过剩电能的储存和利用需求。此外,热化学制氢技术的适用范围广,可以利用多种含氢物质进行制氢,包括水蒸气、甲烷、煤等,具有较高的灵活性和适应性。

然而,热化学制氢技术在风电场应用中也面临一些挑战和限制。首先,热化学制氢过程中需要消耗大量的热能,因此需要考虑热能的供给和利用效率,以及设备的能耗和运行成本等问题。其次,不同的热化学制氢反应途径对原料的要求不同,需要选择合适的原料和适当的工艺条件,增加了技术的复杂度和难度。

## 4 氢能综合利用技术

氢能综合利用技术是指将氢气作为能源载体,通过不同的技术手段将其应用于各个领域,实现能源的高效利用和多元化利用的过程。这种技术涉及到多个领域,包括能源生产、储存、转换和利用等,具有广泛的应用前景。首先,在能源生产领域,氢能综合利用技术可以通过多种途径产生氢气,如电解水制氢、生物法制氢、热化学制氢等技术,实现清洁能源的生产。其次,在能源储存和转换方面,氢气具有高能量密度和可储存性的特点,可以作为能源的储存介质,用于平衡能源供需之间的不匹配性,同时也可以通过燃料电池等技术将氢气转化为电能或其他形式的能源。此外,氢气还可以应用于交通运输、工业生产等领域,替代传统的能源,减少对化石能源的依赖,实现

能源结构的转型升级。然而,氢能综合利用技术在实际应用中也面临一些挑战和限制。首先,氢气的生产、储存和运输过程中存在安全风险,需要加强安全管理和监控措施。其次,氢气的生产成本较高,需要降低制氢成本,提高氢能的竞争力<sup>[3]</sup>。此外,氢能综合利用技术的市场推广和政策支持也需要加强,促进技术的进一步发展和应用。

## 5 风电场弃风实现氢能综合利用技术分析

### 5.1 燃料电池发电技术在风电场的应用

燃料电池发电技术在风电场的应用是一种重要的氢能综合利用技术。该技术利用氢气作为燃料与氧气反应产生电能,是一种高效、清洁的能源转换方式。在风电场的背景下,燃料电池发电技术可以充分利用风电场产生的过剩电能,将其转化为氢气进行储存,然后在需要时将氢气供应给燃料电池发电,产生电能。燃料电池发电技术在风电场的应用具有多方面的优势。首先,燃料电池发电过程无排放物,可以减少对环境的污染,实现清洁能源的利用。其次,燃料电池具有高效率和高能量密度的特点,可以提供稳定可靠的电能输出,满足电网的需求。此外,燃料电池发电技术具有灵活性强、运行成本低等优势,适用于不同规模和场景的风电场。然而,燃料电池发电技术在风电场应用中也面临一些挑战和限制。首先,燃料电池的成本相对较高,需要进一步降低制造成本和提高技术水平,以提高其竞争力。其次,燃料电池的寿命和稳定性需要进一步改善,以满足长期稳定运行的需求。此外,燃料电池的氢气储存和供应链也需要建设和完善,以确保氢气的供应和使用的安全性和可靠性。

### 5.2 氢气在交通运输中的应用

随着环保意识的增强和可再生能源的发展,氢燃料电池车辆作为一种零排放的清洁交通方式备受关注。在风电场弃风问题中,利用风电场产生的过剩电能制氢,并将制得的氢气用于驱动氢燃料电池车辆,实现了能源的高效利用和清洁交通的实现。氢燃料电池车辆的运行原理是利用氢气和氧气的化学反应产生电能,从而驱动电动机运行,实现车辆的动力输出。与传统的燃油车辆相比,氢燃料电池车辆的排放仅为水蒸气,无任何污染物排放,具有零排放的环保特点。同时,氢燃料电池车辆的续航里程和加油时间也与传统的电动汽车相媲美,具有较高的实用性。在风电场弃风实现氢能综合利用中,将制得的氢气用于驱动氢燃料电池车辆有助于解决弃风问题的同时,也推动了清洁交通方式的发展。通过将过剩的风能转化为氢能,再利用氢能驱动交通工具,不仅可以减少对传统能源的依赖,降低温室气体排放,还可以促进新能源汽车的普及和应用。然而,氢燃料电池车辆的推广和普及仍面临一些挑战,包括氢气的储存和供应、氢能基础设施的建设和完善、成本的降低等方面<sup>[4]</sup>。因此,需要政府、企业和社会各界共同努力,加大对氢燃料电池车辆技术研发和应用推广的支持力度,促进氢能交通运输领域的广泛应用,实现清

洁能源的可持续发展。

### 5.3 氢气在工业生产中的应用

氢气在工业生产中的应用是氢能综合利用技术的重要组成部分。随着对清洁能源的需求不断增加以及可再生能源的发展,氢气作为一种清洁、高效的能源载体,被广泛应用于工业生产的多个领域。首先,氢气可以作为工业生产过程中的原料或中间体,用于生产化工产品。例如,氢气可用于氨、甲醇、合成气等化工产品的制备,进而用于合成各种有机化合物、塑料、涂料等工业产品。这些产品的制备过程中,氢气的使用不仅可以提高生产效率,还可以减少或避免传统化石燃料的使用,降低排放和环境污染。其次,氢气在金属生产和加工领域也有重要应用。在金属冶炼过程中,氢气可以用作还原剂,帮助去除金属矿石中的杂质,提高金属的纯度和质量。此外,氢气还可以用于金属表面处理,如氢气退火、氢气气相沉积等工艺,改善金属材料的性能和质量。另外,氢气在能源行业也有重要应用。氢气可以作为燃料,用于燃料电池发电、燃气轮机发电等能源生产过程中。同时,氢气还可以用于能源储存和转换,如氢气储罐的建设和运营,实现能源的储备和调节。

## 6 结语

风电场弃风实现制氢及氢能综合利用技术为解决风电消纳困难、提高清洁能源利用效率提供了创新性的解决方案。通过将风能转化为氢能,再将氢能应用于多个领域,不仅可以实现风电资源的高效利用,还可以推动氢能产业的发展,促进能源转型和可持续发展。然而,要实现这一目标,还需克服诸多挑战,包括技术成熟度、经济性、政策支持等方面的问题。因此,需要政府、企业和科研机构的共同努力,加大对制氢及氢能综合利用技术的研发和推广力度,不断完善相关政策和标准,促进技术创新和产业升级,实现清洁能源的可持续利用,为构建绿色低碳的能源体系做出更大的贡献。随着技术的不断进步和应用经验的积累,相信风电场弃风实现制氢及氢能综合利用技术将在未来发挥更加重要的作用,为推动能源革命和应对气候变化做出更大的贡献。

### [参考文献]

- [1]王林伟.可持续发展视角下风光耦合制氢项目选址决策研究[D].北京:华北电力大学(北京),2022.
- [2]于均峰.考虑热电发电权交易的风电场多能源储能优化配置研究[D].辽宁:沈阳工业大学,2022.
- [3]姜道舍.利用风电场弃风实现制氢及氢能综合利用技术方案研究[J].中国勘察设计,2022(2):52-53.
- [4]王正一.兼顾弃风率与经济性的风电制氢容量规划研究[D].辽宁:大连理工大学,2021.

作者简介:吴炎鑫(1984.10—),男,学历:本科,毕业院校:华北科技学院,所学专业:自动化,目前职称:中级工程师,就职单位:福建省福能新能源有限责任公司。