

氢燃料电站在氯碱工厂的成功应用

董文强 田玉娇 赵国泰

汇信资产管理有限公司

[摘要] 本文主要介绍氢燃料电池发电技术及氢能燃料电池发电的优点, 进而对氢燃料电池在氯碱行业的应用优势分析, 以期对氢气的进一步利用提供参考, 也为周边产业的同步发展提供必要支持。

[关键词] 氢燃料电站; 发电技术; 氯碱工厂; 应用

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2020.03.1582

引言

氢燃料电池是使用化学元素氢制造成的储存能量的电池。其基本原理是电解水的逆反应, 把氢和氧分别供给阴极和阳极, 氢通过阴极向外扩散和电解质发生反应后放出电子, 电子通过外部的负载到达阳极。20世纪60年代, 氢燃料电池就已经成功地应用于航天领域。往返于太空和地球之间的“阿波罗”飞船就安装了这种体积小、容量大的装置。氢燃料电池对环境无污染, 是通过电化学反应, 而不是采用燃烧(汽、柴油)方式, 因此进入70年代以后, 随着人们不断地掌握多种先进的制氢技术, 很快, 氢燃料电池就被运用于发电和汽车。

1. 氢燃料电池发电技术简介

质子交换膜燃料电池(proton exchange membrane fuel cell, 英文简称PEMFC)是一种燃料电池, 在原理上相当于水电解的“逆”装置。其单电池由阳极、阴极和质子交换膜组成, 阳极为氢燃料发生氧化的场所, 阴极为氧化剂还原的场所, 两极都含有加速电极电化学反应的催化剂, 质子交换膜作为电解质。工作时相当于一直流电源, 阳极即电源负极, 阴极即电源正极。

由于质子交换膜只能传导质子, 因此氢质子可直接穿过质子交换膜到达阴极, 而电子只能通过外电路才能到达阴极。当电子通过外电路流向阴极时就产生了直流电。将多个单电池层叠组合就能构成输出电压满足实际负载需要的燃料电池堆(简称电堆)。

2. 氢能燃料电池发电的优点

质子交换膜燃料电池具有如下优点: 其发电过程不涉及氢氧燃烧, 因而不受卡诺循环的限制, 能量转换率高; 同时提供电力和热源; 发电时不产生污染, 无二氧化碳和其他废气排放; 发电单元模块化, 可靠性高, 组装和维修都很方便; 工作时没有噪声。所以, 质子交换膜燃料电池电源是一种清洁、高效的绿色环保电源。

3. 氢燃料电池在氯碱行业的应用优势分析

3.1 氯碱行业可能的耗氢方案分类

将氯碱行业氢气主要解决方案进行归类, 以便更能简化和明晰分析过程和结果。(1)以氢气为原料的产品类—氢产品类; (2)商品压缩氢类; (3)燃烧产蒸汽; (4)氢燃料电池; (5)氧阴极技术。

3.2 氢燃料电池技术与各种方案分析对比

(1)与氢产品类对比。客观上讲, 在选择耗氢产品的时候, 一定关注产品附加值高, 盈利能力强, 市场前景好的氢产品, 但是由于产品的生命周期以及价值规律的作用, 产品的利润率是随市场而变化的。当氢产品滞销或亏损时, 企业不得不降低该产品生产负荷, 就可能造成部分氢气富裕而浪费: 氢燃料电池回收电解单元20%的电能和10%的热能, 企业自身就能100%用掉, 同时, 由于电价基本保持不变。因此, 氢燃料电站的收益是稳定的;

(2)与商品压缩氢对比。压缩氢一般受地域和运输成本市场半径等因素的限制, 只有靠近用户的少数企业才有可能配有小规模的商品压缩氢, 而氢燃料电站则适用于所有的氯碱企业;

(3)与燃烧产蒸汽对比燃烧产蒸汽是比较简捷的耗氢方案, 但产蒸汽的收益最低, 大约不到氢燃料电站收益的一半, 另外, 蒸汽锅炉负荷要随其他用气装置的需求和季节变换而变动, 很难保持稳定地运行;

(4)与氧阴极电解技术对比。实际上, 2种技术都是源于对氢气的解决方案, 燃料电池技术是针对氯碱已经产出的氢气资源, 通过燃料电池堆回收电解单元电耗20%的电能和10%的热能; 而氧阴极技术是针对不需要氢气, 只需要碱和氯的企业, 通过氧阴极降低了单元槽电压, 使电解槽只产碱和氯, 不再产生氢气, 将以往产氢气的电能节省下来理论上可比传统电解节省40%以上的电能, 但当前的水平可能达到30%。

氧阴极技术是氢燃料电池与电解槽串联起来的集成化装置, 而利用氢燃料电站则是燃料电池与电解槽分开的2套独立装置。看似不同的2个技术其实原理是一致的, 由于一个是集成, 一个是分离形式, 所以, 2种技术在实际应用上存在较大的差别, 具体总结如下。

(1)氧阴极技术将2套装置集成一体结构紧凑, 节省占地; 而氢燃料电站装置则需要电解以外的占地;

(2)氧阴极将电池部分装入电解槽中, 使电解槽结构变得更复杂, 这将要求氧阴极部分具有更高的可靠性, 否则, 将会影响电解系统的稳定性。此外。运行数据表明, 电解槽装入氧阴极后, 电流效率比原氢阴极下降1%~2%, 技术方面正在努力提高或者说恢复这部分效率: 氢燃料电池和电解是完全独立的2个系统, 氢燃料电站的运行状况, 除关系到氢的利用率外, 不会影响到电解槽稳定运行;

(3)目前, 氧阴极电极寿命约4年, 而电解槽阴阳极寿命已达到8年以上, 当电解槽电极还完好时, 也要因更换氧阴极停产。氢燃料电站和电解装置为各自独立的系统, 当其中的电极或者膜需要更换时。仅需更新需更换的电池单元, 从而不影响整个电站以及电解装置的运行;

(4)目前, 氧阴极运行电流密度仅为4.5kA/m²而高电密电解槽电流密度已达到6kA/m²以上, 这样同样的电解槽由于装上氧阴极, 产能降低20%以上;

(5)氧阴极需要提供纯度90%以上的氧气, 增加了制氧装置投资和运行成本; 而氢燃料电站只需要普通空气即可;

(6)氧阴极技术目前运行水平可节电25%, 未来可望达到30%以上; 氢燃料电站可以回收20%的电能和10%的热能, 总体回收能量能达到30%;

(7)与所有氢解决方案对比。如果氢燃料电站配套相应的氢气柜或储氢容器和必要电气设置, 氢燃料电站还可以实现应急供电特殊功能(代替现有柴油发电机等应急电源系统)当工厂外电网因故障供电中断时, 只要氢气柜或储氢容器中有氢气氢燃料电站还能对外持续供电一段时间, 以保证安全处理需要的应急电力。针对5类氯碱氢的解决方案特点归纳总结。

结束语

氯碱企业副产氢气可用于氢燃料电池的制备, 前景良好。产业规模上看, 我国氯碱企业数目较多, 已经初步形成副产氢气利用的产业, 核心技术为电解水的逆反应, 以实现化学能向电能的转化, 实现氢燃料电池制备。从前景上看, 商业化是技术运用的主要趋势, 此外也应重视产业规范和技术研究。

参考文献

[1]董文虎, 张佳兴. 2MW氢燃料电站运行情况[J]. 中国氯碱, 2018(02): 12-14.

[2]姜龙, 袁媛, 刘子程, 李剑, 董文虎, 张佳兴. 氢燃料电站在氯碱工厂的成功应用[J]. 氯碱工业, 2018, 54(04): 17-19.