太阳能制氢

百科名片

利用太阳能生产氢气的系统,有光分解制氢,太阳能发电和电解水组合制氢系统。太阳能制氢是近30～40年才发展起来的。到目前为止，对太阳能制氢的研究主要集中在如下几种技术：热化学法制氢、光电化学分解法制氢、光催化法制氢、人工光合作用制氢和生物制氢。

基本介绍

利用太阳能生产氢气的系统,有光分解制氢,太阳能发电和电解水组合制氢系统。

在传统的制氢方法中，化石燃料制取的氢占全球的90%以上。化石燃料制氢主要以蒸汽转化和变压吸附相结合的方法制取高纯度的氢。利用电能电解水制氢也占有一定的比例。太阳能制氢是近30～40年才发展起来的。到目前为止，对太阳能制氢的研究主要集中在如下几种技术：热化学法制氢、光电化学分解法制氢、光催化法制氢、人工光合作用制氢和生物制氢。

热化学法制氢

太阳能直接热分解水制氢是最简单的方法，就是利用太阳能聚光器收集太阳能直接加热水，使其达到2500K(3000K以上)以上的温度从而分解为氢气和氧气的过程。这种方法的主要问题是：①高温下氢气和氧气的分离；②高温太阳能反应器的材料问题。温度越高，水的分解效率越高，到大约4700K时，水分解反应的吉布斯函数变接近与零。但是，与此同时上述的两个问题也越难于解决。正是由于这个原因，使得这种方法在1971年Ford和Kane提出来以后发展比较缓慢。随着聚光技术和膜科学技术的发展，这种方法又重新激起了科学家的研究热情。

Abraham Kogan教授从理论和试验上对太阳能直接热分解水制氢技术可行性进行了论证，并对如何提高高温反应器的制氢效率和开发更为稳定的多孔陶瓷膜反应器进行了研究。如果在水中加入催化剂，使水的分解过程按多步进行，就可以大大降低加热的温度。由于催化剂可以反复使用，因此这种制氢方法又叫热化学循环法。目前，科学家们已研究出100多种利用热化学循环制氢的方法，所采用的催化剂为卤族元素、某些金属及其化合物、碳和一氧化碳等。热化学循环法可在低于1000K的温度下制氢，制氢效率可达50%左右，所需热量主要来自核能和太阳能，为了适应未来大规模工业制氢的需要，科学家们正在研究催化剂对环境的影响、新的耐腐蚀材料、以及氧和重水等副产品的综合利用等课题。许多专家认为，热化学循环法是很有发展前景的制氢方法。

光电化学分解法制氢

典型的光电化学分解太阳池由光阳极和阴极构成。光阳极通常为光半导体材料，受光激发可以产生电子空穴对，光阳极和对极(阴极)组成光电化学池，在电解质存在下光阳极吸光后在半导体带上产生的电子通过外电路流向阴极，水中的氢离子从阴极上接受电子产生氢气。半导体光阳极是影响制氢效率最关键的因素。应该使半导体光吸收限尽可能地移向可见光部分，减少光生载流子之间的复合，以及提高载流子的寿命。光阳极材料研究得最多的是TiO_2。TiO_2作为光阳极，耐光腐蚀，化学稳定性好。而它禁带宽度大，只能吸收波长小于387nm的光子。

目前主要的解决途径就是掺杂与表面修饰。掺杂有非金属离子掺杂、金属离子掺杂、稀土元素掺杂等。要使分解水的反应发生，最少需要1．23V的能量，现在最常用的电极材料是TiO_2，其禁带宽度为3eV，把它用作太阳能光电化学制氢系统的阳极，能够产生0．7～0．9V的电压，因此要使水裂解必须施加一定的偏压。由于太阳能制氢中常用的施加偏压方法有：利用太阳电池施加外部偏压和利用太阳电池在内部施加偏压，所以太阳能光电化学分解水制氢可分为一步法和两步法。一步法就是不将电能引出太阳电池，而是在太阳电池的两个电极板上制备催化电极，通过太阳电池产生的电压降直接将水分解成氢气与氧气。

该方法是近年来在多结叠层太阳电池(如三结叠层非晶硅太阳电池)研究方面取得进展的情况下逐渐被重视起来的。由于叠层太阳电池的开路电压可以超过电解水所需要的电压，而电解液又可以是透光的，所以将这种高开路电压的太阳电池置人电解液中，电解水的反应就会在光照下自发进行。这种方法的优点是免去了外电路，降低了能量损耗，但是光电极的光化学腐蚀问题比较突出，故研究的重点是电池之间的能隙匹配、电池表面防腐层的选择和制备器件结构的设计，对催化电极的要求是有较低的过电势、有好的脱附作用、对可见光透明、防腐、廉价。

两步法光伏电解水是将太阳能光电转换和电化学转换在两个独立的过程中进行 这样可以通过将几个太阳电池串连起来，以满足电解水所需要的电压条件。两步法制氢有以下优点：在系统中可以分别选用转化效率高的太阳电池和较好的电化学电极材料以提高光电化学转换效率；可以有效避免因使用半导体电极而带来的光化学腐蚀问题。但两步法要将电流引出电池，这要损耗很大的电能，因为电解水只需要低电压，如若得到大功率的电能就需要很大的电流，使得导线耗材和功率损耗都很大，而且在电流密度很大时也加大了电极的过电势。

光催化法制氢

半导体TiO2及过渡金属氧化物、层状金属化合物，如K4Nb6O17、K2La2TiO10、Sr2Ta2O7等，以及能利用可见光的催化材料，如CdS、Cu-ZnS等，都能在一定的光照条件下，催化分解水，从而产生氢气。然而到目前为止，利用催化剂光解水的效率还很低，只有1% ～2%。已经研究过的用于光解水的氧化还原催化体系主要有半导体体系和金属配合物体系两种，其中以半导体体系的研究最为深入。

半导体光催化在原理上类似于光电化学池，细小的光半导体颗粒可以被看作是一个个微电极悬浮在水中，他们像光阳极一样在起作用，所不同的是它们之间没有像光电化学池那样被隔开，甚至阴极也被设想是在同一粒子上，水分解成氢气和氧气的反应同时发生。当小于387nm 的紫外光照射到TiO2时，价带上电子吸收能量后发生跃迁到导带，在价带和导带分别产生了空穴与电子，吸附在TiO2的水分子被氧化性很强的空穴氧化成为氧气，同时产生的氢离子在电解液中迁移后被电子还原成为氢气。

和光电化学池比较，半导体光催化分解水放氢的反应大大简化，但通过光激发在同一个半导体微粒上产生的电子空穴对极易复合。因此为了抑制氢和氧的逆反应及光激发半导体产生的电子和空穴的再结合，可加入电子给体作为空穴清除剂，以提高放氢效率。废水中许多有机物是良好的电子给体，如果把废水处理与光催化制氢结合起来，可同时实现太阳能制氢和太阳能去污 。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/baike/2441.html