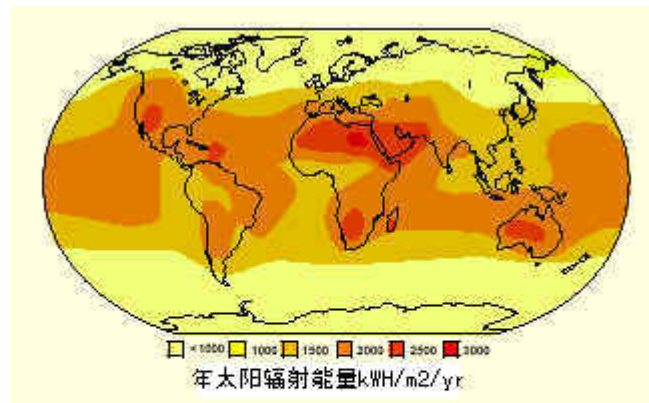


向阳光和水要燃料

清华大学电动车辆研究室 朱家珺编

阳光和水是地球表面两种最丰富的资源，如果我们能找到合适的利用它们的方法，这两种资源足以满足全球人类对能源的需要。图一给出全球太阳光辐射能的分布情况，大多数较强烈的光照地带位于南北30° 回归线之间。科学工作者做过这样的估算，假设在撒哈拉大沙漠里，划出一块500x500Km的地区，设置一些太阳辐射能收集器，作为“太阳燃料”的生产基地，在这块还不足撒哈拉大沙漠总面积5%的面积上，假定年平均每平方米太阳辐射能为2350kW/m²/年，并考虑只有20%的能量转换效率，它一年就能产生1.2x10¹⁴kWh的能量，这数量足够我们现在地球上所有居民消耗。为此科学和工程技术人员乐观地认为，即使收集效率只有20%，仅仅利用地球陆地面积0.1%上的太阳能，就可供应我们这颗行星上当今全部居民所需的能源。但是尽管太阳能的蕴藏量几乎是无限的，而且它本身既不属于某个人也不属于哪级政府所有，可是真要将它利用起来却还有不少困难：

- 到达地球的太阳辐射能很弱，大约每平方米为1kw；
- 只有在白天才有，因此是间隙性的；
- 分布不均匀，几乎都在赤道附近；
- 要解决用什么办法，把阳光地带无人居住区域得到的太阳能储存起来，并输送到世界上需要能源的工业地带和居住中心的问题；



图一

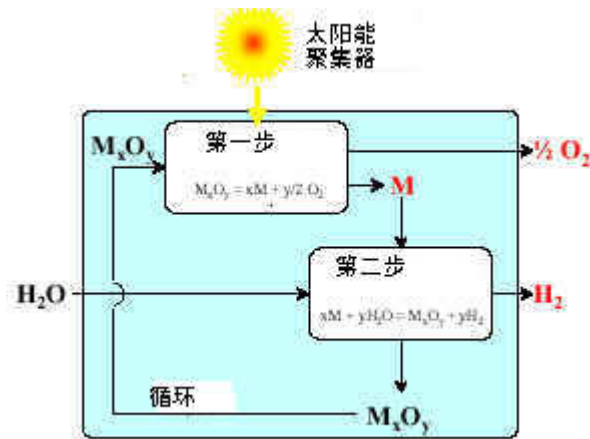
今天21世纪，科学工作者们正在研究利用太阳光来生产燃料的方法。这种方法其实在19世纪两位科学家卡诺和吉布斯的著作就可找到，他们创建的热力学学科告诉我们能量可以从一种形式转换成另一种形式，例如，从太阳能转变为化学能。把这样得来的化学能“搭载”在某种载体上，就可得到“太阳燃料”，而氢就是一种很好的载体。有了“太阳燃料”就可解决太阳能燃料制造地与使用地远离的问题。比如我们在南中国海面建立一座“太阳燃料”制造工厂，再把生产出来的太阳燃料运到北京来使用，也许有一天真的会实现。

由太阳能制造太阳燃料有三种途径：

- 太阳能电化学方法，先通过光伏电池或太阳能热系统产生电能，再采用电解过程来制造太阳燃料

- 太阳能光化学方法，直接利用光能制造太阳燃料
- 太阳能热化学方法，先由太阳产生热，再采用一个热化学过程制造太阳燃料

这三种方法联合使用当然也是可能的，但是太阳能热化学方法可能更具有吸引力，瑞士联邦技术研究院（Swiss Federal Institute of Technology (ETH)）和以色列魏茨曼科学院（Weizmann Institute of Science (WIS)）对此作了很有价值的探索研究。他们提出了一种“两步法太阳能热化学制氢”的方案，见图二。



图二

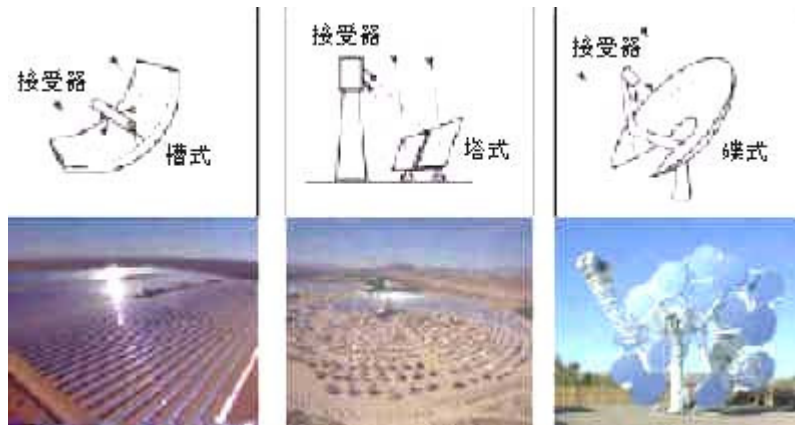
图二是在一个氧化还原系统中利用某金属氧化物 M_xO_y 实现两步法热化学循环产生氢的原理简图。第一步是吸热过程，在太阳能热化学反应器里，某金属氧化物 M_xO_y 分解为某金属 M 和氧。完成这一过程所需要的高温高热量来自高能量密度的太阳辐射能。第二步是放热过程，某金属 M 与水起反应，产生氢和某金属氧化物 M_xO_y 。此金属氧化物重又返回第一步，如此不断循环就可将水分解为氢和氧，源源不断得到的氢就是我们需要的“太阳燃料”，因为氢和氧的产生是在两个不同步骤中进行的，因此称作两步法热化学循环制氢。

要在技术上实现这一原理，尚需解决：

- 选哪一种金属氧化物？
- 如何利用太阳能产生 2335°K 的高温？
- 开发和设计高效率的太阳能热化学反应器。

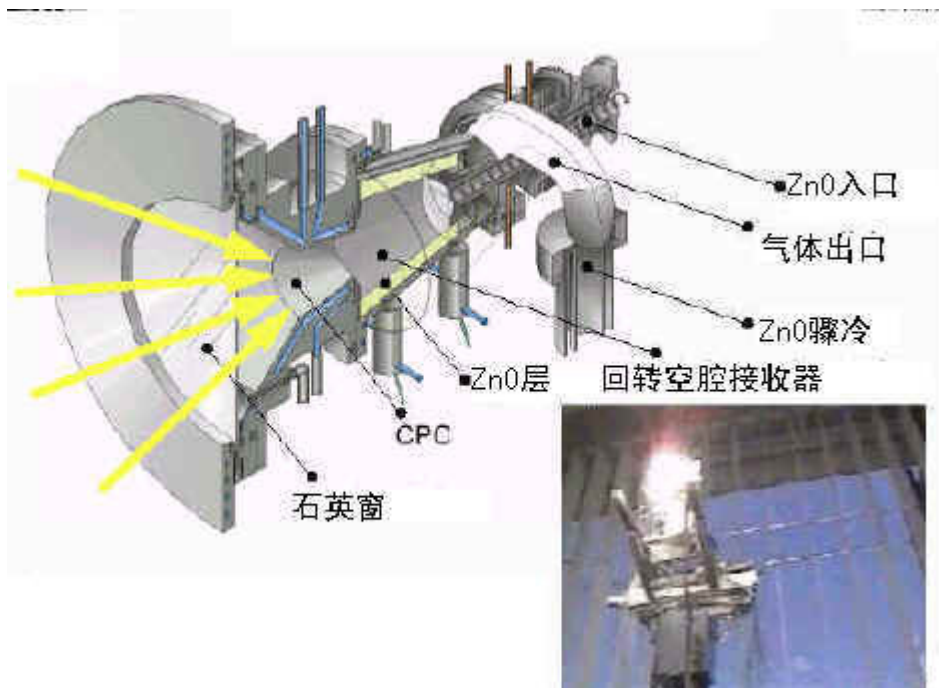
经过对数种金属氧化物的分析比较，发现采用氧化锌（ ZnO ）时，完成第一步骤所需的温度大约为 2335°K ，比其他金属氧化物所需温度都低。

利用太阳能产生 2335°K 的高温，这要通过一个能把洒落到地表的太阳辐射能密集5000倍的反射镜，再用一个太阳能接受器吸收密集后的太阳辐射能，形成高温大热量，再送到热化学反应器里，满足吸热反应的需要。太阳辐射能密集系统主要有三种形式，槽式、塔式和碟式。图三右所示为一碟式系统，该系统利用一抛物线碟状聚集器将太阳辐射能聚焦，同时焦点处放置一个热量接受器或太阳能热化学反应器来完成能量转换工作。



图三

太阳能热化学反应器的一种设计方案如图四所示，它置于碟状聚集器的焦点位置，来自碟状聚集器聚焦的太阳辐射光柱，透过石英玻璃窗口进入一个三维复合式抛物线集中器（简称CPC），在这里再对太阳辐射能进行二次聚集，使温度进一步增高到热化学反应所需的温度，再传入到一个能回转的空腔接收器，该接收器里的氧化锌（ ZnO ）在高温作用下，分解为金属锌和氧，得到的锌供第二步反应使用，它与水反应产生“太阳燃料”——氢同时还有氧化锌，此过程在图二中已说明，无须再多加解释。



图四