

# 化学量子能的发现鉴定和应用

曹栋兴

(清华大学, 北京 100084)

**[摘要]** 化学量子能是处在化学能与核能间的一个新层次。过能主要来自原子外层电子向低能态跃迁时放出的能量, 只有在向“能穴”共振能量转移的触发下, 才有释放过能的条件。新型氢能源作为可持续发展的能源, 可以用水在线作为氢燃料源。以自然界中存在的氦-氢系统反应为例, 氦离子就是这种“能穴”, 已在实验室中测到了过能, 输出输入比有超过10倍的。微观上用能谱学方法测得过程中各个阶段核素变化发出的, 或用激发的方法产生的特征谱线来鉴定发生的共振能量转移, 触发外层电子的量子跃迁, 放出化学量子能等过程, 以及产生的新型氢化合物。过程的宏观特征表明, 只要稳定优化结果, 就将在合适领域中首先得到应用。

**[关键词]** 化学量子能; 分数量子能级; 共振能量转移; 过功率; 可持续发展新型氢能源

**[中图分类号]** X382; Q413; O571.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2005)07-0090-05

## 1 引言

传统能源的过度消耗与过快增长, 更突出与环境 and 生态的矛盾。所以, 解决能源短缺与环境友好的完美方向是创新, 如开发新型氢能源。其中之一表现为, 氢原子外层电子在一定条件下向低于基态能级跃迁时放出的过能, 按其本质, 如同微波量子放大器的取名, 可称其为化学量子能 (chemical quantum energy)。所谓新型氢能源, 在于它有不同能量释放过程, 放出较多的过能, 从而扩展了能源科学中化学能的范围。一旦开发成商用, 将使能源生产走出古朴方式, 首先可开发氢化学量子能为可持续发展新能源。它已不是单纯的化学反应, 而是伴有低能核过程, 其反应产物是自然生成的、可商用的化学新产品。这种过程既存在于天体中, 也可以从一些产生了超过化学能的实验中观察到。如能促成商用, 则可逐步改善能源结构, 使能源开发走上可持续发展的良性循环之路。

## 2 天体演变中化学量子能的释放和鉴定

天体中存在有中子星, 说明氢能够经电子跃迁进入低能态。通过对天体发射谱线的测定发现, 宇宙中存在一些地球上也可模仿的氢原子向分数量子能级转变的过程, 这为化学量子能的利用提供了可能。

太阳等离子体中有大量的原子氢、离子及其反应产物氦 (也包括氦离子), 这就为释放氢的化学量子能提供了必要的条件; 太阳不断发射太阳风, 使日地空间中有一大片连续的、稀薄状态的氦-氢等离子体, 也就是星际空间的一部分。这二者的发射谱线中, 都显现出有属于氢原子向分数量子能级转变时发出的谱线<sup>[1-3]</sup>。冯端院士等曾指出, 木星辐射的热量为从太阳吸收热量的3倍<sup>[4]</sup>。木星的组成也是以氢为主, 但质量尚不足以维持热核聚变。国外更深入的探索发现, 天体中还存在着双原子分数氢分子, 分数氢化物离子等<sup>[3]</sup>。

### 3 氦-氢共振转移等离子体中产生化学量子能的过程

#### 3.1 可能发生量子跃迁的条件

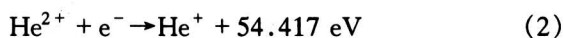
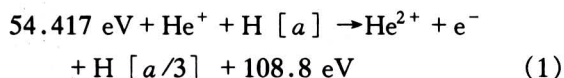
一般情况下原子氢不会向低于基态跃迁；只有存在和原子氢势能整倍数  $m \times 27.2 \text{ eV}$  相近的能穴时，氢原子共振无辐射转移出能量，才有触发电子跃迁的必要条件。氢的基态势能为  $-27.2 \text{ eV}$ 。钾原子连续电离3次，就可能形成触发机制。钾原子的一、二、三次电离能分别为  $4.34066 \text{ eV}$ ， $31.63 \text{ eV}$  和  $45.806 \text{ eV}$ ，当 K 转变为  $\text{K}^{3+}$  时，将吸收  $81.7426 \text{ eV} \approx 3 \times 27.2 \text{ eV}$  的能量。一对钾离子分别向二次电离和回到钾原子时，将吸收  $\approx 27.2 \text{ eV}$ 。这种触发机制，在电解含碳酸钾的水溶液中已有描述<sup>[2,5]</sup>。这种过程也可以发生在气态等离子体中，可以模拟天体中的氦-氢反应。氦离子的二次电离能为  $54.417 \text{ eV} \approx 2 \times 27.2 \text{ eV}$ ，氦离子也可以触发氢原子的电子向低能跃迁<sup>[6,7]</sup>。

#### 3.2 氢的化学量子过程

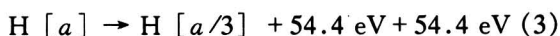
天体中氦-氢等离子体中的氢原子向低能态跃迁，在实验室中可以复制<sup>[6]</sup>，以鉴定化学量子能的产生和释放过程的细节。可借用“催化”来描述这种反应。

**3.2.1 氢原子的量子能态** 氢有各种不同的化合物和性能各异同位素。还存在不同的量子能态，形成具有不同性能和参数的新型氢化合物等。氢的基态 ( $n=1$ ) 势能为  $-27.2 \text{ eV}$ ，氢的结合能 =  $13.6 \text{ eV}/n^2$ ，它们都按主量子数  $n$  的平方规律进行变化。 $n=2, 3, 4, \dots$  是在经典处理孤立的氢原子中早已得到过的激发态。现实氢原子并不孤立，在已述条件下通过激发，得到了可以按  $n=1/2, 1/3, 1/4, \dots$  分数主量子数存在的状态<sup>[3]</sup>，也可以从狄拉克理论出发得到存在分数氢的结果<sup>[8]</sup>。

**3.2.2 氦离子对原子氢的催化反应** 氦离子 ( $\text{He}^+$ ) 的二次电离能为  $54.417 \text{ eV} \approx 2 \times 27.2 \text{ eV}$ ，为氢原子势能的整倍数。在一定条件下，当  $\text{He}^+$  向  $\text{He}^{2+}$  转变时，将从氢原子共振无辐射吸收相应的能量，起了氢原子  $\text{H}[a]$  向低能态跃迁的触发作用，其反应式为



总的反应为



**3.2.3 分数氢的自催化反应** 氢原子从基态  $\text{H}[a]$ ，由  $\text{He}^+$  催化成分数氢  $\text{H}[a/3]$ ，释放出  $54.4 \text{ eV}$  过能。产生的分数氢  $\text{H}[a/3]$  也可作为催化剂，例如催化另一分数氢  $\text{H}[a/3]$  到  $\text{H}[a/4]$ ，而  $\text{H}[a/3]$  返回到  $\text{H}[a/2]$ ，并释放出  $27.2 \text{ eV}$  的过能。分数氢原子能够自催化其他的氢原子或分数氢原子向低能跃迁。可由式 (4) 计算出过能：

$$\begin{aligned} & \text{H}[a/p'] + \text{H}[a/p] \rightarrow \text{H}[a/\{p' - m'\}] + \\ & \text{H}[a/\{p + m\}] + [\{p + m\}^2 - p^2] - \\ & \{p'^2 - \{p' - m'\}^2\}] + 13.6 \text{ eV} \quad (4) \end{aligned}$$

式中的  $a$  为波尔半径， $p, p', m, m'$  为相应整数。

**3.2.4 氦原子的非弹性散射** 氦原子和光子有较大的非弹性散射截面，当光子和  $\text{He}(1s^2)$  相碰撞，氦原子吸收  $21.2 \text{ eV}$  的光子能量，被激发到  $\text{He}(1s^2p^1)$  能级，这样，氦原子既可能发射非弹性散射发出的光谱，还将改变原发射光子的能量，相应的谱线波长也将改变。

#### 3.3 能级间的跃迁和化学量子能的释放

原子氢共振无辐射转移出相应的势能后，将处于不稳定状态，直到其电子跃迁到更低的量子能级，同时还要多释放出过能。例如， $\text{He}^+$  到  $\text{He}^{2+}$  将共振无辐射吸收  $54.417 \text{ eV}$  的能量，共振转移能量后的不稳定氢原子将从基态  $\text{H}[a]$  跃迁到  $\text{H}[a/3]$ ，再释放出约  $54.4 \text{ eV}$  的过能，总共释放出  $108.8 \text{ eV}$  的能量，即化学量子能。

### 4 化学量子能作为可持续发展新能源的可能性

作为可持续发展的新能源，它必须是在相当长的运行时间内，过程能维持和控制；它在自然界中还要来源充裕；有正常的或有用的反应产物；可进行良性循环等。化学量子能原则上都能做到。

现在已经有多种验证过的方案，仅在一个反应单元中，可以重复测到过功率的反应结果。数值上从少量到10余倍不等。就一个氢原子来说，因为有自催化的“级联反应”，可以比氢燃烧多放出100多倍的能量。

产生氢化学量子能，开始要有催化剂的作用，在生成一定量的分数氢原子后，就有类似于核裂变

链式反应的“级联反应”，主要依靠氢的自催化就能维持反应，因此燃料资源不成问题。反应的产物有氢化物离子等<sup>[9]</sup>，大部分是有用的化工副产品，不产生温室气体和放射性废物。这是能源和化学制品互为主副的一种双赢的、可持续发展的先进项目。且能以较小的规模开发，如能重视，能源短缺的发展中国家有可能先取得成功。

### 5 氦-氢化学量子过程及化学量子能的鉴定

美国米尔斯等的黑光功率公司 (Black Light Power Incorporated) 较完整地公布了一些实验内容<sup>[6,7]</sup>。这里的“黑光功率”，其实质就是化学量子能。

#### 5.1 宏观验证

直接测量功率和能量平衡及测出过热量，这是最直接的结果。实验之一，用微波作为石英反应室中产生原子和离子的输入功率，用热损失量热器测量低压氦-氢微波等离子体的功率平衡，与只有氦的等离子体作对比<sup>[6]</sup>。前者为了不使实验装置溶化，输入功率仅为 30 W，后者为 60 W，保持 90 s 的稳定微波输入功率；然后停止输入，但同时记录下冷却曲线。得到以环境温度为基线的完整的闭合曲线 (图 1)。可以用一个保守的计算来确定总的输出功率。由氦-氢混合气 (图 1~及表 1 中的氦-氢均为体积比) 温度随时间增长的上升和下降曲线，计算出其积分面积；与功率归一到 30 W 后氦的对应面积相比，计算出的面积比大于 10。测量得到氦-氢等离子体的输出热功率至少为 300 W，氦-氢混合气和氦反应器的温度升高，分别从环境温度上升到了 873 °C 和 178 °C；反应区体积为 10 cm<sup>3</sup>，氦-氢混合气的功率密度大于 30 W/cm<sup>3</sup>。按照能量平衡可以测算出，每个氢原子释放的总能量和氢气的燃烧相比，可超出 100 倍<sup>[6]</sup>。另一种方法，用了模化石英反应器的热流，确定输出输入功率比，数据取自实验测得的牛顿温度变化曲线 (见式 (5)、表 1 和图 1)。假设在此参数范围内，测量 (氦-氢) 和对比系统 (氦) 的热容量相同，则可计算出功率比 R 也大于 10。

$$R = P_{out2}/P_{out1} = (dT_{h2}/dt - dT_{c2}/dt) / (dT_{h1}/dt - dT_{c1}/dt) \quad (5)$$

式中  $P_{out1}$  为氦的功率输出，接近输入功率， $P_{out2}$  为氦-氢的功率输出，包括输入功率和过功率，

$dT_{h1}/dt$  和  $dT_{c1}/dt$  相应为氦系统的热、冷温度变化率， $dT_{h2}/dt$  和  $dT_{c2}/dt$  相应为氦-氢系统的热、冷温度变化率。

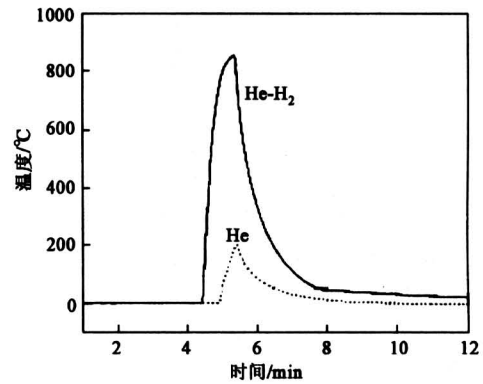


图 1 氦和氦 (90%) - 氢 (10%) 等离子体反应器的温度上升和冷却曲线

Fig.1 The temperature rise and down as a function of time of helium alone and the helium (90%) - hydrogen (10%) mixture

表 1 氦 (90%) - 氢 (10%) 和氦等离子体间的功率比

Table 1 Power ratio between helium (90%) -hydrogen (10%) and helium plasmas

$\Delta T/^\circ C$	$\frac{dT_{h1}}{dt}$	$\frac{dT_{c1}}{dt}$	$\frac{dT_{h2}}{dt}$	$\frac{dT_{c2}}{dt}$	功率比 R	
	$^\circ C \cdot s^{-1}$	$^\circ C \cdot s^{-1}$	$^\circ C \cdot s^{-1}$	$^\circ C \cdot s^{-1}$	测量值	归一值
50	10.731	-0.800	55.951	-0.989	4.938	9.876
60	9.801	-1.004	54.893	-1.118	5.183	10.366
70	9.020	-1.255	53.874	-1.266	5.367	10.734
80	8.354	-1.549	52.892	-1.433	5.486	10.972
90	7.779	-1.876	51.946	-1.619	5.548	11.096
100	7.279	-2.216	51.032	-1.819	5.566	11.132
110	6.839	-2.551	50.150	-2.025	5.557	11.114
120	6.449	-2.879	49.299	-2.222	5.523	11.046
130	6.101	-3.235	48.475	-2.390	5.448	10.896
140	5.789	-3.716	47.679	-2.507	5.280	10.560
150	5.507	-4.561	46.908	-2.555	4.913	9.826

#### 5.2 微观鉴定

微观上要弄清机理，测得化学量子过程中的一些氢粒子能量和高温等离子体中氢粒子的能量相当，所以在低得多的温度 ( $\approx 10^3$  K) 下就能发生反应。其次是要证实反应按可重复的进程发生，即催化剂吸收氢的能量，氢原子的电子量子跃迁放出化学量子能，分数氢原子形成分数氢化物离子等。

##### 5.2.1 氦发射谱线的展宽 氢原子特征谱线的展

宽是其能量增高的一种度量，已经用实验排除其他可能<sup>[7]</sup>，证明是氢释放化学量子能的结果。如图2所示，氦（90%）-氢（10%）无辐射共振转移等离子体中的一些氢原子能量或温度可达180~210 eV（1 eV = 11 600 K）。

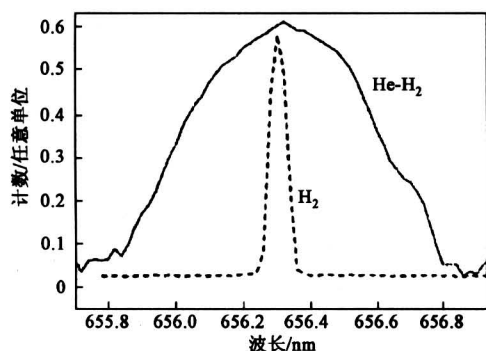


图2 氦-氢等离子体中氢  
贝尔麦 $\alpha$ 谱线(656.3 nm)的展宽

Fig.2 The Balmer  $\alpha$  line (656.3 nm) width broadening on a helium-hydrogen mixture plasma

5.2.2 催化剂共振无辐射吸收氢能的谱线验证 催化剂无辐射吸收了氢的势能后，就会进一步电离成 $K^+$ 或 $He^+$ 等，它们中有些能发射特征谱线，实验测量到了这种谱线的连续发射，证明发生了这种反应。

5.2.3 氢原子向低能级跃迁中发射谱线验证 实验中，测到了新出现的谱线，证明是属于分数氢跃迁，或是经过氦原子的非弹性散射发出的谱线。这里仅给出极紫外波段的谱线，与能量相应的特征波长，和天体中发射的一些谱线一致。

5.2.4 反应产物之一分数氢化物离子的谱线验证 反应产物中证明其中的氢原子发生了向分数量子能级转化，也是重要鉴定方法之一。这里仅列举产物中的一种加以说明。分数氢原子也会形成分数氢化物离子，不同量子能级的分数氢化物离子有不同的离子结合能<sup>[9]</sup>。例如 $H^- (n=1)$ 为0.75 eV， $H^- (n=1/2)$ 为3.047 eV；已经用X射线光电子谱仪(XPS)对它们进行了测定，确定已产生了多级的分数氢化合物离子。

## 6 开发化学量子能和分数氢化物的进展

国内外都在进行开发工作。有条件全面开展工作的是以米尔斯为首的黑光功率公司，他们提出了新的理论，预测了一些现象，包括分数量子能级氢

和新型的氢化合物等。理论预计和一些实验测量比较一致。但是，他们的理论建立在几乎重写量子理论的基础上，广泛认同有待时日；命名产生的功率为“黑光功率”，未和科学系统恰当对应。实验和开发工作，包括“黑光功率”和新型氢化合物产品二大部分；大多数有初步样机，申请了专利，注册了商标，有滚动开发计划和工程设想。开展工作面很广，有众多的合作伙伴，包括知名学府和实验室。

退一步，如果把生产新型氢能源仅作为一项技术创新考虑，可以先以实验、实践为基础来讨论。这样，大致可分为三个阶段：

### 6.1 电解含 $K_2CO_3$ 水溶液实验阶段

1995年以前，主要是从电解含碳酸钾的水溶液中得到过能，典型例子如文献[5]中用脉冲电流电解中得到了过能、分数氢原子和双分数氢原子的分子等。并用谱仪测量得到的特征谱线作为鉴定，测出分数氢 $H [a/2]$ 的电子结合能为54.6 eV的谱线，与理论预计54.4 eV很接近；比氢的13.6 eV大得多。测到输出与用于加热的输入功率比为17.6。实验得出了分数氢化物有不同于氢化物的性能。

在不同的机构中，如美国的塞麦考公司(Thermacore Inc.)等开发了一种具有大阴极表面积装置“塞麦考”(Thermacore)，生产了多台，在不同的机构中，都进行了数百天的连续运行，积累了相当数量的反应产物。文献[9]给出了这些产物的有关资料。为化学量子能从水开始，并经与催化剂无辐射共振能量转移，电子量子能级跃迁，释放化学量子能，新型分数氢化物的分析和利用，演示了完整的过程。同样，氢的同位素也有相似结果。国内有不少单位在非平衡电解中，早已观察到了过功率或过能等相关现象。

### 6.2 等离子体实验阶段

由于电解的能量很低，要有严格的工艺条件才能得到过功率，且功率密度和功率应用的温度都还可以提高。1995年米尔斯等开发了一台小型气态装置，同样能产生化学量子能。相继又派生了多种类型的装置，可以提高温度和功率密度。其中之一是如上所述，利用微波输入，触发氦-氢等离子体中氢原子共振能量转移，外层电子量子跃迁得到过功率，并按能谱学进行了全面论证和实验鉴定<sup>[7]</sup>，测到了大于10倍的过功率<sup>[6]</sup>。

### 6.3 深入研究和工程概念性实验阶段

美国有好几所大学和实验室都有人在深入研究,罗万(Rowan)大学在黑光功率公司实验结果的基础上,发现这项技术适合用于载人中远程火箭的推进系统。他们认为,实验支持了这种共振转移等离子体的独特性能。因此,从2002年6月开始,进行了“黑光火箭发动机”(BLR)的设计、建造和实验。得到美国国家航空航天局(NASA)的肯定,授予科学家奖状以鼓励创新开发。年底完成了第一阶段的实验工作。其中包括完成了对“黑光功率”典型项目的独立验证。因为条件不同,数值上有些差别,但都得到了正面结果;对新设计和建成的两种“黑光火箭发动机”进行了初步点火实验,测得了初步结果。将继续第二阶段的工作,期望达到设计的预期目标。

这是创新项目,是能源和物质的新层次;虽然探索中会有各种困难。但随着开发进展,会在适合的领域得到应用,值得关注和支持。

#### 参考文献

[1] Labov S, Bowyer S. Spectral observations of the ex-

treme ultraviolet background[J]. The Astrophysical Journal, 1991, 371: 810~819

- [2] 曹栋兴. 可持续发展的新型氢能源[J]. 科技导报, 2003, (1): 11~13
- [3] Mills R. The grand unified theory of classical quantum mechanics[M]. BlackLight Power Inc, Cranbury, New Jersey: Distributed by Amazon. com, 2000
- [4] 冯端, 金国钧. 凝聚态物理学新论[M]. 上海: 科学技术出版社, 1992
- [5] Mills R, Good W. Fractional quantum energy levels of hydrogen[J]. Fusion Tech, 1995, 28(11): 1697~1719
- [6] Mills R, Ray P, Dhandapani B, et al. New power source from fractional quantum energy levels of atomic hydrogen that surpasses internal combustion[J]. Journal of Molecular Structure, 2002, 643: 43~54
- [7] Mills R, Ray P. Extreme ultraviolet spectroscopy of helium-hydrogen plasma[J]. J Phys D: Appl Phys, 2003, 36: 1535~1542
- [8] Maly J, Vavra J. Electron transitions on deep dirac levels 1[J]. Fusion Tech, 1993, 24: 307~318
- [9] Mills R. Novel hydrogen compounds for a potassium carbonate electrolytic cell[J]. Fusion Tech, 2000 37(5): 157~182

## Discovery, Identification and Application of the Chemical Quantum Energy

Cao Dongxing

(Tsinghua University, Beijing 100084, China)

[Abstract] The chemical quantum energy is a new type of energy source between chemical and nuclear energy. It is called chemical quantum energy because the excess energy is generated from the transition of outside orbit electron of atom to a lower quantum energy level. The possibility to release the excess energy appear only under the excited condition by “energy hole” resonance absorbing the energy of atom. The new hydrogen energy can be the new type of energy for sustainable development, because it has rich resource (the hydrogen can be on line obtained from water), and is friendly to the zoology and envelopment. For example, in the reaction of He-H<sub>2</sub> system, which exists in the nature, the helium ion can be taken as an “energy hole”. Excess energy has been measured in laboratory in the macro characteristic. In the publicized data, the maximum ratio of output to input power can be over ten. Spectroscopic or exciting methods are used for microscopic measure to obtain characteristic spectrum in each phase, to identify such processes as resonance energy transition, exciting quantum transition of the outside electron, release of the chemical quantum energy, as well as the production of new type of hydride. The macro characteristic shows that, if optimization process is stabilized, it can find applications in some suitable domains.

[Key words] chemical quantum energy; fractional quantum energy levels; resonance energy transition; excess power; the new type of hydrogen energy for sustainable development