



### 未来汽车：烧铁不烧油 纳米金属燃料有望成为新型清洁能源

www.c-mrs.org.cn 2005-12-26 中国材料研究学会

未来汽车：烧铁不烧油

纳米金属燃料有望成为新型清洁能源

#### 新视野

人类在享受汽车带来的便利的同时，也不得不忍受汽车尾气造成的空气污染，而全球变暖和油价高起更让寻找替代能源成了迫切的要求。太阳能汽车、氢燃料电池汽车、油电混合动力汽车应运而生。尽管它们正在获得越来越多的认可，却依然不尽如人意。比如售价不低或使用成本过高，再比如性能上仍无法和汽油或柴油动力车媲美。有没有其他解决方案呢？

美国田纳西州橡树岭国家实验室的科学家也在研究这个课题，他们想到一种非常新奇的解决方法：以金属作为发动机的燃料。实验室的戴夫·比奇博士认为，铁、铝、硼都可以用作新的替代能源。

根据比奇的计算，使用特制的发动机和同等体积的金属燃料，一辆轿车的行驶距离是普通汽油动力汽车的3倍。而且由于燃烧的是金属燃料，它几乎没有污染，也就是说没有二氧化碳、氮氧化物，也没有灰尘和煤烟。这种金属燃料甚至还可以被循环使用。只要将用过的纳米颗粒放到氢气环境下进行加热，他们就会再次成为可用的燃料。

沉甸甸、冷冰冰的铁块中居然蕴藏着能量，而且还能被点燃？这简直不可思议，这样一来发动机的外壳要用什么物质来制造呢？不过，既然汽车可以用各种各样的燃料比如甲烷、煤粉以及火药作为来源，那么它为何就不能以金属作为燃料呢。事实上，正常状态下的铁是不能被用做燃料的，但是当铁块被加工成纳米级的微粒时，它就具有了很高的反应活性，将其点燃会释放出大量能量。

#### 神奇的纳米材料

其实在燃料中使用金属并不是异想天开。由于纳米粉末具有极强的储能特性，将其作为添加剂加入到燃料中可大大提高燃烧效率。火箭已经在使用金属粉末作为燃料添加剂了，将一些纳米粉末添加到火箭的固体燃料推进剂中，可大幅度提高燃料的燃烧热和燃烧效率，以及改善燃烧稳定性。研究表明，向火箭固体燃料中加入0.5%纳米铝粉或镍粉，可使燃烧效率提高10%—25%，燃烧速度加快数十倍。此外，火箭动力的鱼雷也使用了金属粉末。

当然，火箭发动机使用金属的方法与这里讨论的汽车发动机有很大差异。当金属颗粒比如铁和铝与空气接触时，它的表面会生成一层氧化物，只有将其除去才可能点燃金属。这一般需要一个温度高于2000度的热源，氧化层将在这个温度下被汽化从而暴露出金属原子。这个要求对于火箭而言虽然容易，但对汽车发动机而言就成了一个难题。而对于内燃机来说，另一个难题则是一旦汽化的金属氧化物冷却就会凝固成为灰烬。

橡树岭实验室的另一个科学家所罗门·拉比诺夫对这两个问题非常熟悉。早在20世纪80年代，当他还在乌克兰基辅的一个工学院做助教时，拉比诺夫的研究小组就尝试在内燃机中燃烧微米级的铁颗粒。他们对发动机进行了改进使它能够耐受高温，然而氧化物灰烬会堆积在活塞、汽缸壁和阀门上从而堵塞发动机。他们当时因没能找到解决方法只好放弃。

后来拉比诺夫去了美国，开始在橡树岭工作。2003年，他建议比奇和理论家博比·桑普特重新开始研究这个问题，这次他们使用的是纳米级的颗粒，比单个原子大不了多少。

纳米材料包含了若干个原子、分子，使得人们可以在原子层面上进行材料和器件的设计和制备。几十个原子、分子或成千个原子、分子“组合”在一起时，表现出既不同于单个原子、分子的性质，也不同于大块物体的性质，这种“组合”被称为“超分子”或“人工分子”。“超分子”的性质，如它的熔点、磁性、电容性、导电性、发光性和颜色及水溶性都有重大变化。当“超分子”继续长大或以通常的方式聚集成大块材料时，奇特的性质又会失去。通俗来说，纳米材料一方面可以被当作一种“超分子”，充分地展现出量子效应；而另一方面它也可以被当作一种非常小的“宏观物质”，以至于表现出前所未有的特性。

在试验中，研究人员发现直径50纳米的铁颗粒比拉布诺夫原来研究的微米级铁颗粒更容易燃烧：加热到250度，或者仅仅是一个火花就可以点燃。随着研究的深入，他们发现纳米金属颗粒有越来越多的神奇特性。

纳米颗粒的单位体积表面积（比表面积）很大，因而容易燃烧。铁非常容易与氧气反应，所以如果许多铁原子同时暴露在空气中，氧化过程将产生大量热量从而点燃金属。为了避免这种反应，在制造纳米颗粒时一般要给它包覆一层氧化层。但即使有氧化层，极大的

比表面积也使金属纳米颗粒只要少量热量就能在氧气分子中点燃。

一旦点燃，纳米颗粒会很快燃烧，最高温度可以达到800度，在不会熔合金发动机的同时也能有足够的能量供使用。更为重要的是，纳米颗粒与微米级颗粒不同，它燃烧的温度不会高到使自己汽化或熔化，只会产生氧化物颗粒，所以不会粘在汽缸壁上以至堵塞发动机。

燃烧留下的氧化铁粉末使比奇想到了金属燃料的另一个优势：氧化铁很容易再转换成燃料。他在氢气流中将氧化铁加热到425度，氧化铁又变回了铁原子，氢则和氧结合生成了水。

#### 新燃料和新发动机

接下来的问题就是如何才能把金属当作燃料使用。

纳米颗粒燃烧很快，在大概1毫秒中就释放了全部热量。但要用作发动机的燃料，这么快的发热速度使热量无法被高效利用。在常规的内燃机中，每个燃烧的爆发时间能够持续5—20毫秒。

为了限制燃烧速度，研究小组把纳米颗粒压缩成更大的簇，在减缓纳米颗粒与氧气反应的同时减缓了散热的速度。研究人员通过控制簇的大小、形状和密度制造出了重1—200毫克的纳米颗粒簇。虽然单个颗粒的燃烧时间只有1毫秒，最大的簇却能燃烧0.5—2秒。

接下来，他们开始研制可以使用金属燃料的发动机。比奇认为将喷气飞机、车辆甚至发电站的燃气轮机改装成以金属为燃料并不困难，关键工作在于寻找收集燃烧废物的方法。

另一种方案是采用斯特灵发动机，这种外燃机通过将汽缸中的气体和液体交替加热冷却来推动活塞。不过目前汽车使用的都是内燃机，斯特灵发动机只是一种可能的方案。美国航空航天局和包括福特在内的汽车厂商都尝试过用斯特灵发动机作为汽车动力。

比奇更希望设计出使用金属燃料的内燃机。他认为，也许柴油机经过改造就能满足要求，因为常规的柴油发动机工作中要用到柴油喷雾。比奇设想将空气注射到金属粉末中，用火花塞将其点燃，而源源不断的气体可以将燃烧的灰烬带离汽缸。燃烧物可以用过滤器进行收集，并且由于氧化物具有磁性，也可以用电磁铁进行收集。装满了金属灰烬的燃料罐可以被卸下交给金属加油站，由专门的公司负责将其转换回燃料以备再次使用。

#### 金属燃料优点多多

虽然这样设计出的发动机与常规汽车很像，但他不会产生二氧化碳、氮氧化物或有害微粒。这些复合物通常在高温燃烧中产生，而比奇等人通过控制簇的大小，已经可以将金属的燃烧温度降到525度。他们接下来的工作是寻找燃烧的速度、温度和效率三者间的平衡。

尽管相对于氢燃料而言，金属是一种紧凑的燃料，但它却有一个明显的缺点—重量。一个行驶距离等效于50升油箱的铁燃料箱重约100公斤，比普通油箱重两倍多。并且由于金属燃料燃烧后废物不会被排放到空气中，在整个行驶过程中车重都不会减轻，这也增加了运输的成本。

不过金属燃料的优势还是很明显的。除了环保外，金属燃料还具有携带方便、储存安全、体积小等优点。

在减轻重量方面，也有可提升的空间。如果使用铝纳米颗粒来替代铁的话，同样重量的燃料可以得到4倍的能量，如果使用硼的话，可以得到6倍的能量。虽然这两种材料都比铁贵—铝的价格是铁的15倍，但从另一个角度来考虑，由于金属燃料不会被消耗，可以循环使用的，真正的使用成本在于将金属氧化物还原为燃料的过程，而这一过程中各种金属燃料的转化成本差异不大，所以金属燃料本身的价格并不会影响使用成本。

面对这么多的优点，我们有什么理由不用金属燃料呢？随着研究的深入，一旦技术成熟，金属燃料的应用将不仅局限于汽车领域，各种发动机都可以改造成以金属作为燃料，那时，我们将迎来一个新的铁器时代。（22/12/2005 科技日报 记者 张亮）

发表时间：2005-12-26

【字体：大 中 小】 | 打印 | 关闭

地址：北京市海淀区紫竹院路62号4102室

联系人：陈辉

电话：010-68710443

传真：010-68722033

网址：[www.c-mrs.org.cn](http://www.c-mrs.org.cn)



[c-mrs@c-mrs.org.cn](mailto:c-mrs@c-mrs.org.cn)

Copyright © 2004 ICP 05033913 2005 Beijing-CITY . All rights reserved.