

氧、氮磁性之差及其利用

——介绍一种有节能效果的富氧装置

赵 琢

(黑龙江省交通科学研究所)

从实际应用及国内外资料报道中可知,内燃机大部分是在浓混合气范围内缺氧燃烧工况下工作。在此工况下,不论对发动机的燃烧作任何改进,均不能代替氧使燃烧反应充分,将因缺氧而损失的化学能释放出来。所以在燃烧过程中采用富氧是节能、提高功率和减少排气污染的一项重要措施。为此,笔者多年来便以研究氧、氮的性质之差为主,寻求利用空气制取富氧,达到改善内燃机性能的目的。

一、氧、氮磁性之差

元素氮和元素氧的电子结构分别为 $1s^2 2s^2 2p^3$ 和 $1s^2 2s^2 2p^4$, 其性质主要决定于L主层(也称2主层,其中又包括2s,2p亚层)的电子在各分子轨道上的分布、运动情况。图1为氮分子

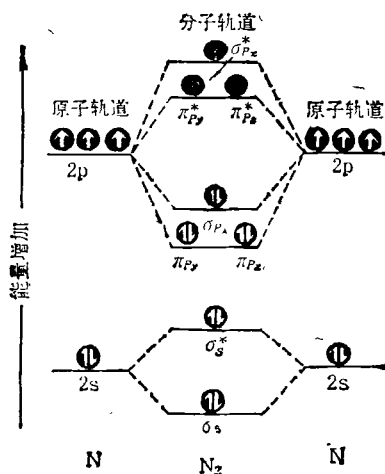


图1 N₂ 的分子轨道能级图

轨道能级图。其各轨道所有电子均组成相反自旋的电子对, π_p 轨道能量低于 σ_p 轨道能量,正电中心和负电中心重合在一起,属于无极分子,既难磁化,性质又很稳定。

图2为氧分子轨道能级图。其L主层的2p亚层分布的8个P电子除了成键轨道 σ_{px} , π_{py} , π_{pz} 的三对相反自旋的电子对外,还有两个成单电子占据两个最高的简并反键轨道 π_{py}^* , π_{pz}^* 中。它们自旋运动是互相平行的,能量不能象电子对那样相互抵消,绕核旋转,故形成了所谓的安培分子环流。因为一切磁现象都起源于电荷的运动。安培分子环流和环形电流一样将产生磁场,它的两侧相当两个磁极。从正、负电中心重合角度来看,氧分子为有极分子。以上事实用原来的以价电子式为基础的理论来解释是无法进行的,只有用分子轨道学说,方可说明。这些情况已为实验观测所证实^[1,2]。至此,

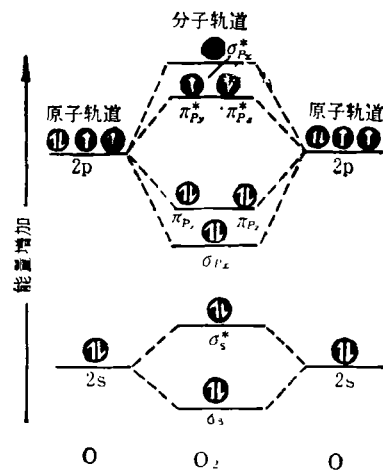


图2 O₂ 的分子轨道能级图

O₂ 和 N₂ 虽然是同一周期相邻的两个元素,但其性质(主要是磁性)却差别很大:

(1) 由于 O₂ 有两个 P 电子成单地占据能量较高的反键轨道中,产生了分子环流,磁性是它的一种必然属性。而 N₂ 分子则不具备产生磁性的条件,也不显示磁性。

(2) O₂ 分子反键轨道中两个成单的 P 电子具有较高的能量,很不稳定。在外电场或磁场的作用下, O₂ 分子不仅本身正、负电中心位移加大,还要使整个 O₂ 介质的取向极化,即在外电场或磁场作用下,氧分子电矩或磁矩的取向由原来分子热运动引起的杂乱无章的状态转向与外电场或磁场方向一致的趋势。外电场或磁场愈强,环境温度愈低(热运动的干扰变小)时,分子电矩或分子磁矩排列就愈整齐^[2,3]。而氮气是无极分子,没有成单的电子占据分子轨道,在外电场或磁场作用下,很难使其产生位移极化,当然,整个 N₂ 介质的取向极化就更不容易实现了。

(3) 由前所述, O₂ 分子类似带电粒子,在静电场中要受到库仑力的作用;在磁场中以一定方向(即运动的方向不能与磁场 B 的方向平行)运动,必定受到洛伦兹力的作用,其作用力的方向垂直于 O₂ 运动速度 v 与磁场 B 所决定的平面。而 N₂ 分子则不受库仑力和洛伦兹力的作用^[2-4]。

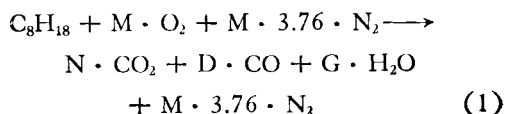
(4) 氧的磁化率 χ_m 为 1.9×10^{-6} ,而氮的磁化率 χ_m 为 0.013×10^{-6} ,两者相差 150 倍之多。随着温度的降低,氧的磁化率将逐渐增高,到 -183°C 时, $\chi_m = 1520 \times 10^{-6}$,更容易被磁场所吸引^[3,4]。

空气中主要成分为氧和氮,其体积比分别为 21% 和 78%。利用上述氧、氮磁性之差曾多次探索从空气中制取比原来氧气浓度高的富氧空气。试验证明此方法是简便可行的,并成功地应用到生产上。

二、聚氧节油器的研制

从内燃机燃油燃烧理论进行分析,以异辛

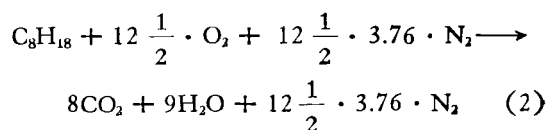
烷燃烧为例,其燃烧反应式为



当系数

$$M = 12 \frac{1}{2}$$

时,理论反应式为



称其为标准混合气燃烧反应式。经换算,1kg 异辛烷完全燃烧需要 3.51kg 氧,11.54kg 氮,在反应前后量没有变化。在系数 $M \geq 12 \frac{1}{2}$ 时为稀混合气,在理论上好象是没有 CO 产生。实际上内燃机可燃混合气是在瞬时燃烧情况下进行的,仍然有一定量 CO 随废气排出。由于此工况燃烧速度缓慢,功率下降,内燃机较少在此工况下工作。

当 $M < 12 \frac{1}{2}$ 时,则 $D > 0$,也就是所谓的浓混合气,属于缺氧燃烧的工况,也是内燃机经常所处的工况。在此工况下工作的内燃机,必然要产生一定量的 CO 和 HC 气体。

由以上分析可知,内燃机使用任何浓度可燃混合气,不论将其怎样的搅拌雾化,强制燃烧,总有一定量的油分子因未能和 O₂ 发生充分的燃烧反应而产生一定量的 CO 和 HC 气体。据美国卫生、教育福利部对美国有害排放物测定,污染空气中的 CO 和 HC 分别有 59% 及 47.5% 是汽车排放的。并测定,内燃机一发动便排放,只不过根据工况不同排放的多少而已^[5,6]。唯有采用富氧可燃混合气,才能进一步改善内燃机的经济性,提高动力性,减少排气污染。

在研制富氧的过程中,曾利用焦炭分子筛、5A 分子筛、富氧膜(高分子膜)等方法进行过探索,由于其设备复杂和遇水、遇油中毒失效等原因而未能成功。后来我们根据前述氧、氮在物

理性质上的差别,研制成一种新型节油器——聚氧节油器,并于1984年7月经黑龙江省交通厅主持通过了技术鉴定,呈报省科委和交通部。该项科研成果已转让给工厂投产、销售。

聚氧节油器结构如图3所示。在内燃机空气滤清器盖1四周用铁氧体建立非均匀永久磁场。永久磁体2靠近滤网4处,利用铁皮[如图4(b)所示]制作磁屏蔽,使空气滤清器中部磁场减弱。磁力线分布如图4(b)所示。工作原理见图4(a)。空气在发动机风扇2推动下向空气滤清器方向流动。 O_2 分子受发动机负压吸力 P_1 和磁场引力 P_2 的合力作用进入空气滤清器,而 N_2 分子只受负压 P_1 的作用,故 O_2 分子的进入量较普通空气滤清器增多。为使吸入发动机的空气与尘粒分离,特设计惯性离心结构,使进入空气滤清器的空气必须作圆周运动或螺旋运动,依靠离心力作用,尘粒被抛到空气滤清器内壁上,沿内壁落下。据前述, O_2 分子相当于带电粒子,当它以一定速度被吸入周围具有非均匀磁场型的空气滤清器后受到洛伦兹力作用,总有一指向磁场弱的方向的分力,使 O_2 分子向滤网中心靠近,加速氧分子的螺旋运动(近似磁聚焦,起回旋加速作用)^[3,4]。这对空气的滤清和燃油的雾化都是有益的。

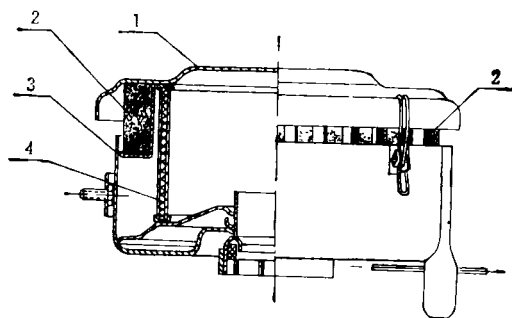


图3 聚氧节油器结构示意图

1.上盖; 2.永久磁体; 3.外壳; 4.滤网

该装置经哈尔滨市环境监测中心进行对比抽取气样测定,结果表明,进气含氧量较原机(不装聚氧节油器)增加8—11.4%。根据同济大学直接用纯氧进行富氧燃烧试验,氧气增加量在25%以下,对发动机工作不会产生非正常影响¹⁾。

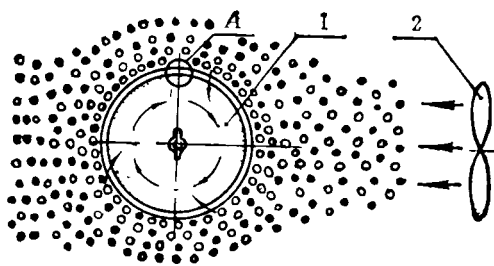


图4(a) 聚氧节油器工作示意图

1.聚氧节油器; 2.发动机风扇;

○——氧分子; ●——氮分子

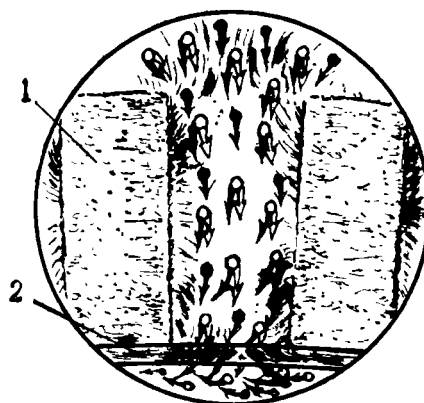


图4(b) A局部放大示意图

1.永久磁体; 2.铁皮;

○——氧分子; ●——氮分子;

→磁力 P_2 ; →发动机负压吸力 P_1

三、聚氧节油器对内燃机性能改善试验

1. 内燃机台架试验

对研制的几种聚氧空气滤清器除了在本所内燃机试验台上多次进行优选试验外,又委托中国汽车工业公司长春汽车研究所、东北林学院测试中心等单位在CA-10B, CA-10C, 东风EQ 6100等型号的发动机上进行试验,测得发动机外特性曲线,并反复进行了对比测试,结果表明,发动机动力性能提高2—7.95%,经济性改善0.5—7%。试验规律均是转速愈高,负荷越大,效果愈好。

2. 路试

1) 参阅马翼周、邱信立,首届全国汽车年会论文,同济大学科技情报站,(1963),3,10,19。

在黑龙江省哈阿公路 0—25 km 处进行五次对比试验,平均节油 8% 左右。在爬越同一坡段时,原车用三档,装聚氧节油器后,用四档可直接通过。

在海拔 2261 m 的青海省西宁市青藏公路 2—28 km 处进行了四次对比试验,平均节油 5.77%,上坡好于下坡。经无负荷功率测试仪器测试,功率提高 2% 左右。

3. 使用部门初步意见

经哈尔滨市运输部门几个单位对聚氧节油器装车使用后反映,效果良好。据书面报告统计,装聚氧节油器后,哈尔滨市公共汽车公司二场平均节油 10% 左右,哈尔滨市运输联合公司运输五队平均节油 7% 左右;哈尔滨市运输公司汽车一场,装聚氧节油器参加黑龙江省 CA-10 牌汽车行车节油比赛,以空车 12.33 公升/百车公里的成绩打破了哈尔滨市 13 公升/百车公里的记录。

利用氧、氮磁性的差别从空气中制取富氧应用于生产,目前在国内仅仅是开始,还存在着一定缺点,待今后完善改进。对于要求富氧浓度较高的生产项目,还需采用多级氧、氮分离的办法,以制取浓度更高的富氧,这是今后继续研究的方向。

参 考 文 献

- [1] R. T. Sanderson, *J. Chem. Educ.*, 46(1969), 635.
- [2] G. H. Saban, T. F. Moran, *J. Chem. Educ.*, 50(1973), 217.
- [3] 杨仲善等编,大学物理学,人民教育出版社,(1980), 215, 234, 261.
- [4] 上海市高等工业学校物理学编写组编,普通物理学,人民教育出版社,(1961), 897.
- [5] D. J. 潘德生, N. A. 韩纳英著,陆孝宽等译,发动机的有害排放物及其控制,机械工业出版社,(1980), 9, 67.
- [6] C. F. 泰勒著,张胜瑕等译,内燃机,人民交通出版社,(1983), 17, 73, 109.

金属卤化物光纤的新进展

第三届卤化物玻璃国际讨论会于 1985 年 6 月 28 日在法国 Rennes 召开,参加者有 200 多人,提出了 100 多篇学术论文。大部分论文是关于重金属氟化物玻璃及光纤的。

重金属卤化物玻璃对远程光通信有十分诱人的应用前景。理论计算表明,对用 ZrF_4 及同类的玻璃制成的光纤,如果制作得足够纯的话,其 $3.44\mu\text{m}$ 的散射损耗可以小到只有 10^{-3}dB/km 。在红外区,瑞利散射损耗是按 λ^{-4} 降低的。

与今天广泛应用的硅玻璃单模光纤相比较,它在 $1.55\mu\text{m}$ 的衰减极限是 0.16dB/km ,因此至少每 40km 就需要一个激光中继站。用 ZrF_4 光纤,工作在 $2.55\mu\text{m}$ (不是 $3.44\mu\text{m}$) 波长,在理论上有可能将激光中继站的距离延长到 8000km。即便达不到这个理论值,只要能比硅光纤好 2 到 10 倍,这种光纤的优越性也是不言而喻的。

美国海军研究实验室的 Tran 博士宣布,他的研究小组制作的 ZrF_4 光纤,已达到在工作波长为 $2.55\mu\text{m}$

时只有 4.0dB/km 的损耗,其中由端利散射引起的损耗只有 1.0dB/km ,其余的损耗是由玻璃中杂质产生的吸收带造成的。Tran 声称,到 1985 年底他将能制成总损耗只有 1.0dB/km 的 ZrF_4 光纤。日本电话电报公司也报道了损耗为 3.8dB/km 的结果,但此数据是用间接方法测得的。其他正在试验中的材料有: BeF_2 , AlF_3 , SF_6 , CF_4 , BF_3 , CCl_4 和 $Cd-Li-Al-Pb$ 等。

英国 Telecom 公司也在这方面投入了很大的研究力量。他们发展了先进的提纯技术,以克服杂质引起的吸收带损耗。他们还致力于寻求 $2.55\mu\text{m}$ 的激光源和探测器。

目前,工作在 $2.55\mu\text{m}$ 波长的激光器有 HF 激光器、DF 激光器及色心激光器。也有人利用工作在 $2.1\mu\text{m}$, $2.2\mu\text{m}$ 和 $2.55\mu\text{m}$ 的 He-Ne 激光器,用于测量光纤的损耗。适合于 $2.55\mu\text{m}$ 氟化物光纤的最佳激光器至今尚未研究成功,适当改变 $HgCdTe$ 探测器的组分,便可以工作在 $2\mu\text{m}$ 到 $4\mu\text{m}$ 之间的特定波长区。

(朱振和)