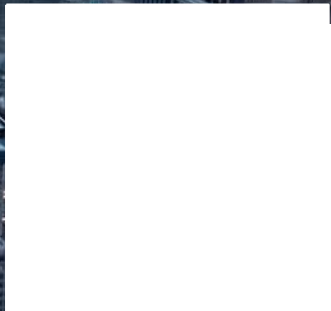


微信搜索蓝领星球

阿特金森循环发动机



阿特金森循环发动机

- 一、阿特金森循环发动机的由来及发展
- 二、阿特金森循环发动机的结构及工作原理
- 三、阿特金森循环与奥托循环的比较
- 四、阿特金森循环发动机的应用

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

一、阿特金森循环发动机的由来及发展

普通汽车发动机都是基于奥托循环的，它包括进气、压缩、做功和排气四个冲程。在奥托循环发动机里，在进气行程中油气混合物被吸入汽缸，当活塞到达下止点后，进气门关闭，油气混合物被封闭在汽缸中，在压缩和做功行程中分别被压缩和点燃。这样，膨胀比就几乎等于发动机的压缩比，很难提高。1884年James Atkinson发明了Atkinson循环发动机，阿特金森发动机是一种高压缩比，长膨胀行程的内燃机工作循环。因为这种循环结构比较复杂，所以大家都选用了奥托循环式的发动机。

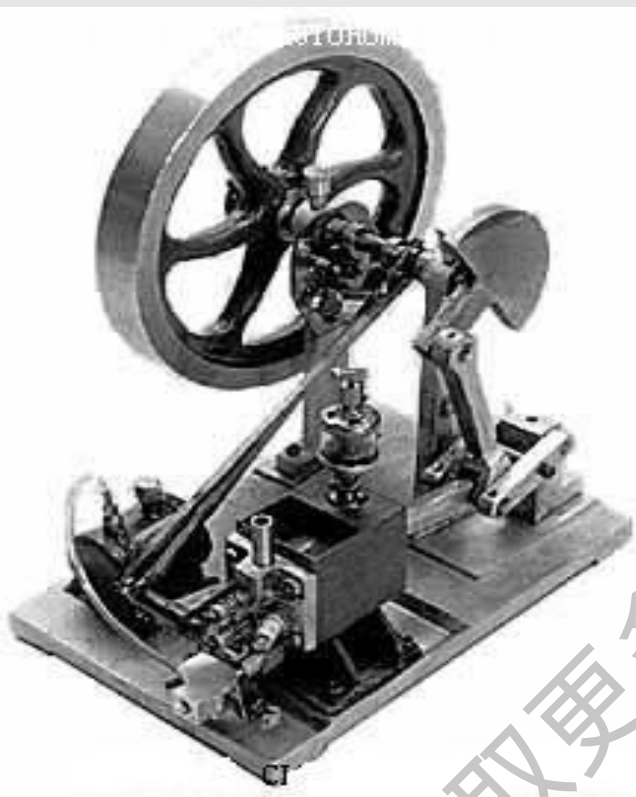
- 1947年美国工程师拉尔夫·米勒在简单的奥托循环发动机的基础上实现了高燃油效率的阿特金森循环。他不是像詹姆斯·阿特金森那样，机械地实现做功行程大于压缩行程，而是让进气门在压缩行程中关闭，尽管这样会造成吸入汽缸的油气混合物在活塞开始上升时又部分地被推出汽缸。压缩行程可以通过控制进气门关闭的时刻来恰当地设置。因考虑到压缩行程又被分为两个阶段（燃油喷射阶段和实际的压缩阶段），这种发动机有时又被称为“五冲程发动机”。最大输出功率的损失部分的抵消了阿特金森循环发动机燃油效率的提高。由于储备功率的原因使得发动机的燃油效率稍微有所降低。阿特金森循环发动机的补偿方案是采用机械增压，同时保证了高功率响应和较高的燃油效率，Mazard Eunox 800M（九十年代中期马自达高级品牌——俊朗）就是采用的此类发动机。

- 随着技术的不断创新，现在又出现了一种新型的阿特金森循环发动机，这是一种使用机械增压的多循环发动机，其活塞在汽缸内由滚子引导沿着垂直方向运动，因此就不需要起导向作用的裙部。它操纵杠杆的一端，杠杆的中部与连杆相连，连杆将活塞的上下往复运动转化为曲轴的旋转运动。杠杆的另一端可以通过调整机构升高或降低来控制活塞运动的上下止点位置（有效行程），从而达到改变压缩比和膨胀比的目的。

- 目前油电混合动力汽车中，基本上对于发动机进行了重新设计或重大改进，许多阿特金森循环是在汽油机的基础上改造得到的，这种循环具有高热效率、高膨胀比、紧凑型倾斜挤气燃烧室，由于电机承担了解功率调峰的作用，发动机可以舍弃非经济工作区的动力性而追求经济工作区的高效率，其主要目的是追求高的热效率而不是高功率。

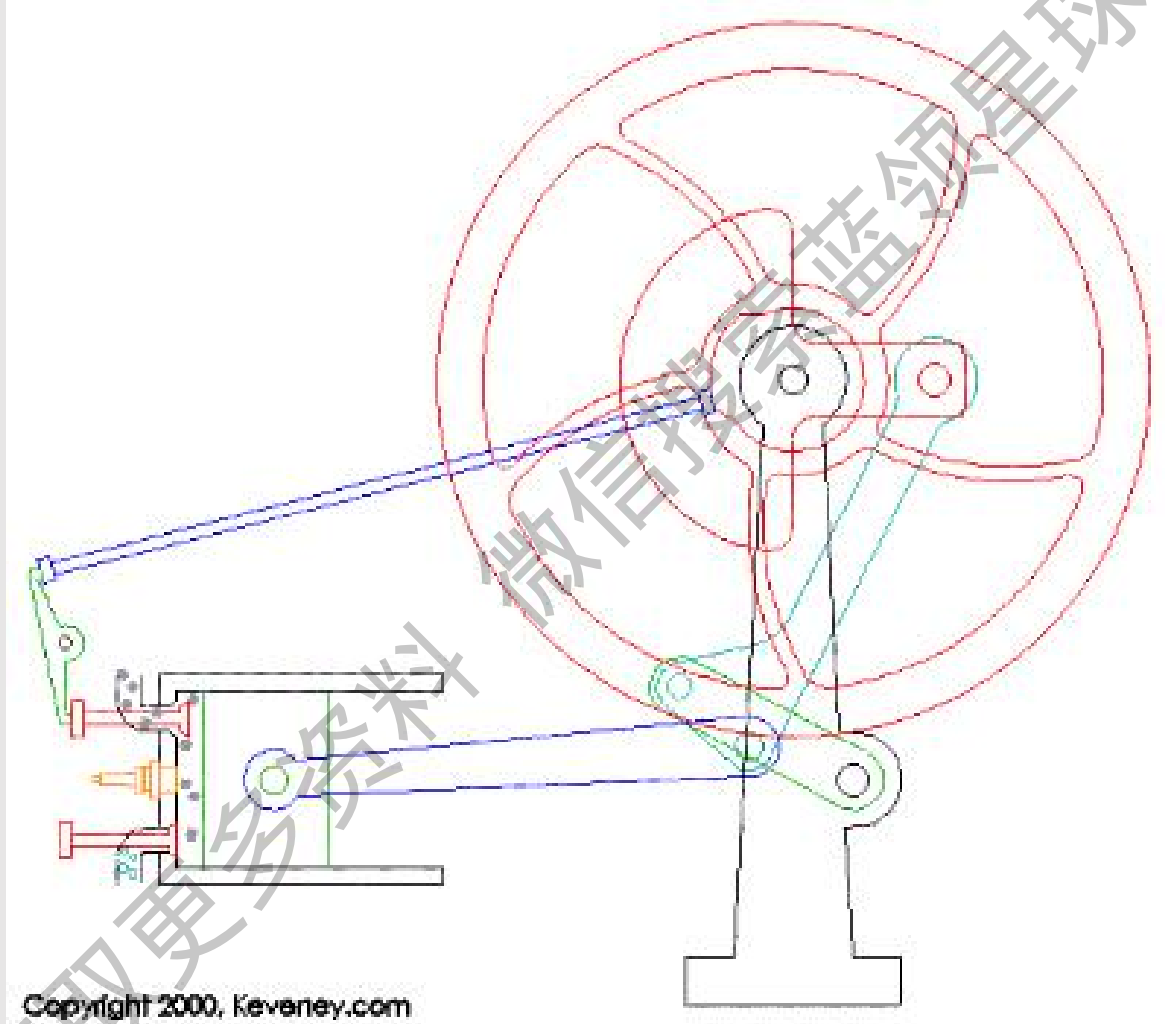
获取更多资料 微信搜索蓝领地球

二、阿特金森发动机的结构及工作原理



奥托注册了许多专利，所以阿特金森不得不研发一种不使用正时带和凸轮轴的内燃机。阿特金森发动机巧妙的只用一个飞轮带曲柄连杆机构实现了4个冲程。

图1. 最初的阿特金森发动机

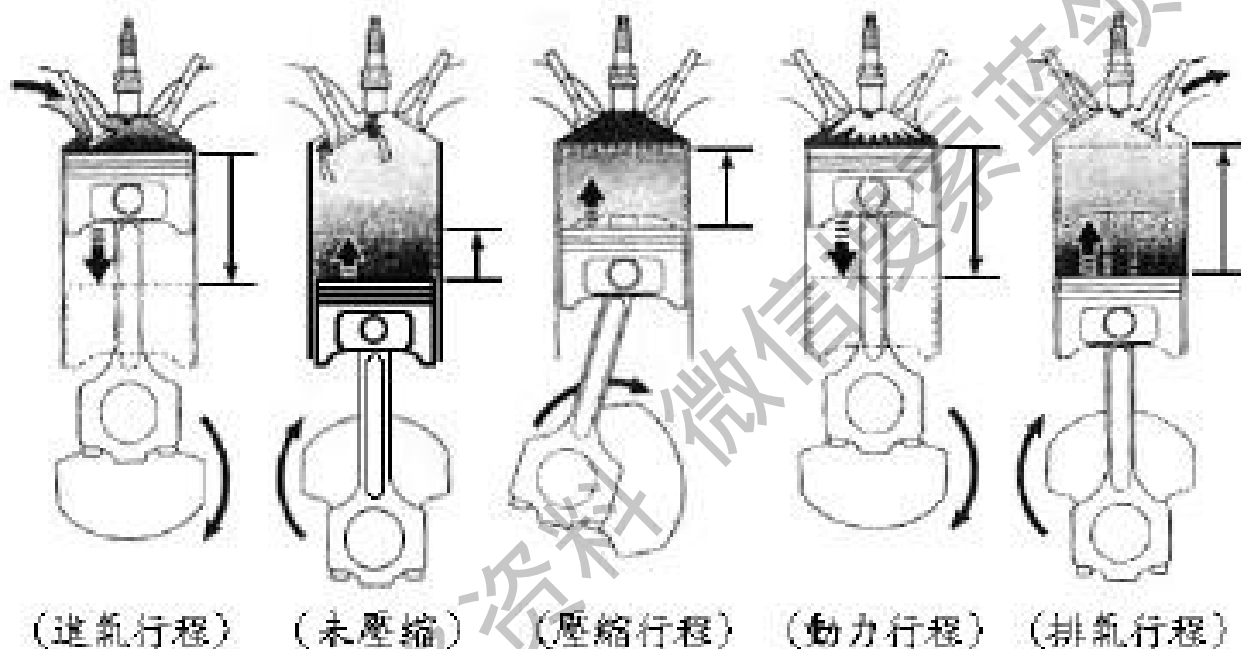


Copyright 2000, Kevoney.com

- 阿特金森循环是一种高压压缩比，长膨胀行程的内燃机工作循环，具有极佳的部分负荷经济性，但全负荷动力性能较差。部分负荷时利用进气回流使进入气缸的部分混合气流会进气管，以增大节气门开度降低节流损失，采用远高于正常汽油机的压缩比以提高热效率，长的膨胀行程可以充分利用燃烧气体的膨胀功，减少废气带走的能量，同样提高热效率，但由于压缩比过高不能使充气效率过高，故整机动力性能差。由于循环膨胀冲程增加过大，在结构上实现有很大的难度，需要借助特殊的曲轴和连杆系统来实现，其技术难度相当高。现代阿特金森循环发动机(Atkinson cycle engine)使用电子控制装置和进气阀定时装置，使燃烧在气缸中的油/气混合物的体积膨胀得更大，借此让动力装置能更高效地利用燃油。

阿特金森循环原理

阿特金森循环



阿特金森发动机的特点是高压压缩比，长膨胀行程，其排气行程 > 做功行程 > 进气行程 > 压缩行程，其活塞的做功行程要比进气行程大，这样进气量可以相对减少，通过进气门关闭延迟，使得部分混合气体被推回到进气歧管中，这样每次进入燃烧室的理论空燃比的混合气体量便相对减少了，而做功行程又相对增加了做功量，所以燃油经济性得到了提高。

三、阿特金森循环与奥托循环的比较

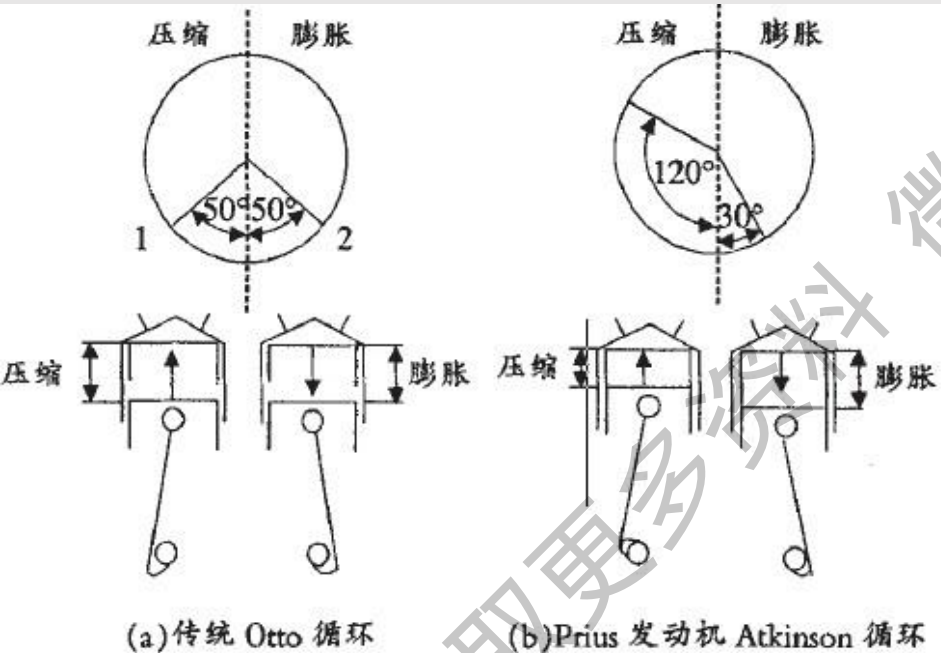


图 2 两种循环工作过程比较

如图2所示，对传统Otto循环发动机和Prius发动机的Atkinson循环进行比较。传统Otto循环从进气阀关闭(约下止点后 50°CA)的实际压缩容积与排气阀开启(约下止点前 50°CA)为止的膨胀容积几乎相等。实际压缩比与膨胀比也基本相等。而对于Prius发动机的Atkinson循环，说明书上的压缩比为13.5，但实际上却延迟了进气阀关闭时刻(可调节到下止点后 120°CA)，在压缩行程初始时间吸入缸内的一部分气体被回流到进气歧管内，从而实质上延迟了压缩开始时刻，降低了实际压缩比；另一方面排气阀在下止点后 30°CA 开启，所以膨胀容积增大，形成了高膨胀比循环。

- 在常规奥托循环发动机的做功冲程完成后，封闭在汽缸内的气体压力仍然有3~5个大气压。在排气冲程中，这部分气体的热量白白地排放到大气中。阿特金森循环就是通过提高做功行程的做功量，在膨胀行程末，汽缸内的压力降为稍高于大气压，再将排气气门打开，则会提高燃油效率。

获取更多资料 微信搜索蓝球

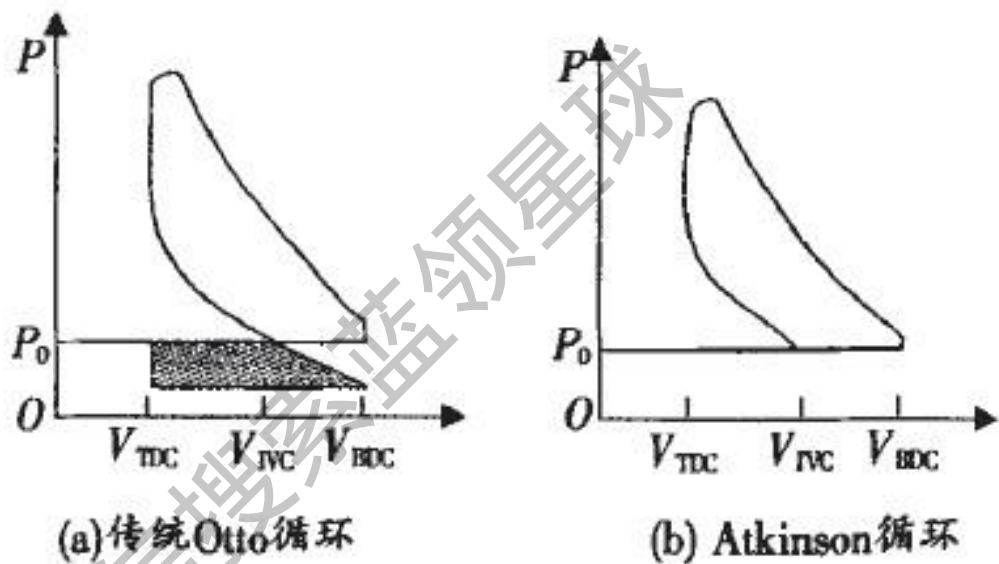


图3 两种循环示功图比较

- Atkinson循环热效率较高是因为降低了两方面的损耗：一是在部分负荷时它工作在最佳膨胀比下，燃料的热效率高；二是进气冲程中没有节气门的节流作用减少了泵气损失。如图3中传统Otto循环示功图的阴影部分就是泵气损失部分，而Atkinson循环的示功图中就不存在这部分损失。
- 图3示功图中 P_0 为大气压力，说明了Otto循环在部分负荷时是在小于大气压力状态下进气，而Atkinson部分负荷时是利用进气门晚关时刻而不是节气门开度来控制负荷。因此进气管压力基本保持为大气压力状态，这就消除了进气时因泵气作用而造成的损失。

四、阿特金森循环的应用

- 由于阿特金森循环在部分负荷时具有较高的热效率，燃油经济性高，所以它正被越来越多的应用于混合动力车上。目前使用阿特金森循环发动机的车型主要有：丰田-普锐斯、福特-翼虎、雷克萨斯-RX450h、丰田-Stream、长安-志翔(中混)。
- 丰田Prius混合动力电动（前轮驱动）与几何压缩比13：1
- 在翼虎混合动力车型中，福特采用了四缸阿特金森循环（Atkinson-cycle）发动机
- 雷克萨斯-RX450h的混合动力电动（前轮驱动）

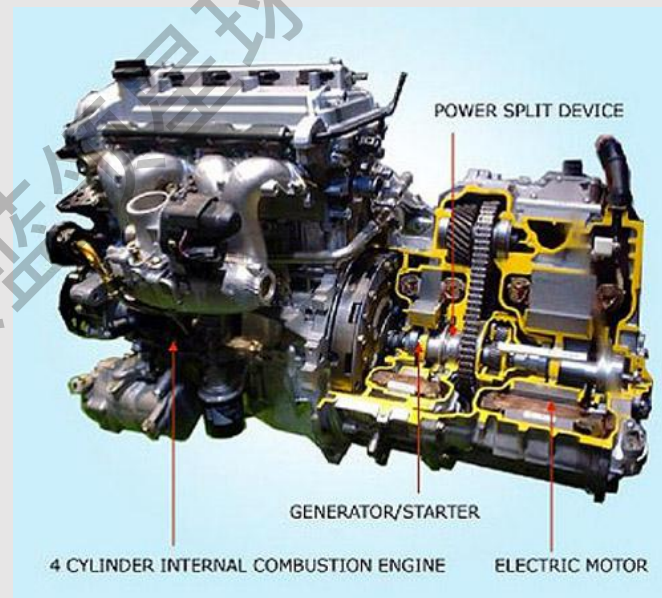
丰田公司中阿特金森循环的应用

- 作为全球最畅销的混合动力车型，丰田-普锐斯早在第二代车型上就使用了阿特金森循环。它使用的是现代的阿特金森循环，没有了复杂的连杆机构，且没有和普通发动机上做太大修改，只是改变气门开闭的时刻。丰田公司是利用可变气门正时（VVT）来实现阿特金森循环，进气门关闭点随着工况是可变的。为了提高阿特金森循环的热效率，第三代普锐斯在保持燃烧室形状与压缩比为13.0不变的情况下，把进气门关闭时间从第二代的下止点后 $72 \sim 105^\circ$ “提前”到了 $62 \sim 102^\circ$ ，使得阿特金森循环率上升，提高了热效率，进一步改善了燃油经济性。

获取更多

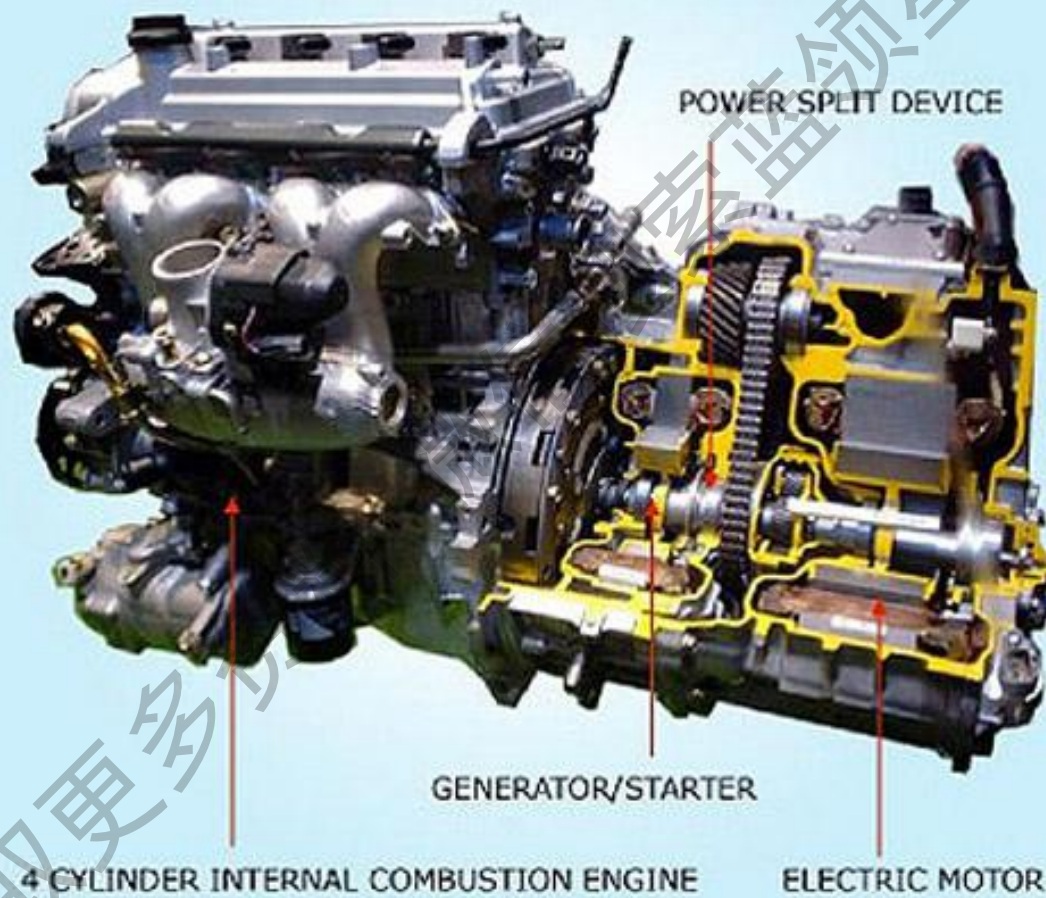
- 在普锐斯取得巨大成功后，丰田公司又将阿特金森循环用在了2010款的雷克萨斯-RX450h，在这一最新混合动力车型上，配备3.5L带VVT的阿特金森循环发动机，能够在6000r/min的转速产生182kW的最大功率，综合油耗达到7L/100公里，改善了燃油





- 北美版Yaris三厢车型搭载的1NZ-FE发动机采用的是传统的四冲程奥托循环，压缩比为10.5:1，升功率为53.3kW，高速油耗为5.6升/百公里

- 北美版Yaris三厢车型搭载的这款发动机正是普锐斯发动机的派生版。1NZ-FE与1NZ-FXE发动机共享缸体设计，拥有同样75×84.7mm的缸径和冲程



获取更多

蓝领星球

国内阿特金森循环的应用

- 在国外汽车厂家大力研发阿特金森循环发动机的情况下，中国国内的汽车厂家也不甘落后。长安汽车为开拓新能源汽车领域，从2007年开始，按照强混合动力项目的需求着手进行混合动力车专用发动机的研发，要求在牺牲较小的动力下，尽量降低发动机油耗。在这一课题下，长安汽车结合产学研项目，与北京理工大学通力合作，经过近两年的研发，在JL475Q3发动机基础上采用阿特金森循环技术取得了成功。2009年7月，这款长安自主研发的阿特金森循环发动机在长安汽车研究院通过项目验收，各项指标均达到国际先进水平。至此，国内首例阿特金森循环发动机宣告研制成功。

获取更多资料

- 长安阿特金森循环发动机主要拥有以下三大技术特点和优势：通过将压缩比提高到12，并相对减小燃烧室的容积，发动机热效率更高；通过对原有的配气相位进行全新设计，使发动机膨胀比增加的同时，压缩比并没有显著增加，避免了爆燃的发生；通过对电喷系统优化匹配、调整喷油量和点火提前角，进一步提高了发动机热效率，改善了发动机燃油消耗率。更值得一提的是，长安阿特金森循环发动机是在原有动力平台上开发的，不仅开发周期短，更具有成本低的优势。经过多次试验测试，长安阿特金森循环发动机单点油耗降低最高可达19%，全工况平均降低8~10%。通过优化混合动力的控制策略，混合动力汽车还可在不提升任何制造成本的基础上进一步降低8%左右的油耗。

- 由阿特金森循环的工作原理可知，阿特金森循环在部分负荷时具有较高的热效率，燃油经济性高，因此它正被广泛的应用于混合动力车上。对于阿特金森循环发动机的成功研制，长安汽车（长安杰勋HEV，长安志翔）研究院相关负责人表示，在阿特金森循环技术应用上的突破不仅让长安汽车打破了多年来国外汽车制造商对该技术的垄断，而且也填补了国内混合新动力领域的空白，为国内混合动力汽车的发展奠定了坚实的基础。
- 这一具备全球领先技术优势的阿特金森循环发动机的成熟以及推广应用，将对新能源汽车产业化以及消费者体验产生重大影响。

获取更多资料