



一、充气效率

1. 概念

充气效率是指每一个进气行程所实际吸入的空气质量与标准状态下（1个大气压、 20°C 、密度为 1.187kg/m^3 ）占有气缸活塞行程容积的干燥空气质量的比值。

2. 影响因素

发动机充气效率实际上反应了实际进入气缸内部气体的数量。在发动机运转中，由于气体来不及充满气缸（增压发动机除外）即将进气门关闭，因此充气效率是小于1的充气效率与下列因素有关：

（1）空气质量

大气压力、大气温度影响着空气的密度，密度高时，发动机的充气效率也将随之提高

（2）发动机机械结构

发动机进气道的设计、进排气相位角、气门数量、发动机的压缩比等都影响着充气效率。

（3）发动机增压系统

具有增压系统的发动机，由于在进气时对空气进行了压缩，因此进气效率要高甚至超过1。

（4）发动机运行状态中的充气效率

当空气质量和机械构造一定的情况下，在发动机运转过程中，充气效率与进气通道的横截面积及发动机转速有关。在进气通道上安装有节气门如图1-1-2所示，节气门的开度就决定着进气通道的横截面积。当节气门开度不变时，发动机的转速越高，充气效率也就越低；当发动机的转速不变时，当节气门开度越大，充气效率也就越高。



3. 气缸内充气量的计算

在发动机控制中，进入气缸内的气体的数量是一个非常重要的参数，必须计算准确，在发动机工作过程中，随着发动机工况及负荷的变化，充气效率也在变化，因此，控制系统需要时时计算进入气缸内气体的数量若要计算出进入气缸内气体的数量，需要两个数据，一个是在单位时间内流过进气管道气体的数量，另一个是发动机的转速。有了这两个数据，结合发动机的气缸数，控制系统就可以进行精准的计算。

二、发动机动力控制

1. 富氧式燃烧

燃油燃烧需要空气中的氧气，所谓富氧式燃烧是指气缸内空气的数量多于所提供的燃油燃烧消耗空气的数量。如果将燃油均匀的和空气混合，并且燃油不足，这时就很难产生强大的爆发力。因此，富氧式燃烧不可以将燃油与空气均匀的混合，只能将燃油在局部和空气进行混合，从而进行燃烧，这种燃烧方式是局部燃烧。在压缩行程终了时，将燃油喷入气缸进行燃烧，此时燃烧的区域以喷油孔为中心向外扩散。因此在气缸壁的附近，几乎没有燃油燃烧。这样一来，一方面在气缸壁附近减少了积碳的形成，另一方面气缸壁附近的为完全参与燃烧的空气对热量的传导起到一定的阻碍作用，减少了热量的损失，提高了热效率。在富氧燃烧模式中，节气门基本处于全开状态，从而保证了进入汽缸内空气数量的中最大化。此时，发动机的动力强弱由喷油量决定。

2. 均质燃烧

对于一些易于挥发的燃油来说，不易在高速运行的空气中形成局



域性分布，不适合采用富氧燃烧模式，由此其采用了均匀混合的模式。为了产生较大的爆发力，这种均匀的混合气采用标准的空燃比进行混合。若要控制发动机的动力，则需要控制进入气缸混合气的数量，这个控制是通过节气门的开度变化来实现的。由于缸内的混合气是均匀的，因此，缸内的火焰是普遍的，在气缸壁周围的汽油燃烧并不一定充分，有可能在缸壁上形成积碳。另外由于火焰延展到气缸壁，会导致热量通过气缸壁传导丢失，使热效率降低。

3. 富油燃烧

在发动机运行的某些工况（比如加速工况），需要强劲的动力，由此采用了燃油加浓技术，即燃烧时，燃油相对于空气中的氧气是富余的。

三、内燃机类型

内燃机按照燃料的不同主要分为汽油机和柴油机，两种发动机根据燃料的不同采用不同的燃烧方式。

1. 柴油机

柴油的特点是不易挥发，但燃点低，因此其采用压燃式，也就是说在压缩行程把空气压缩到一定的温度时，喷入柴油，依靠压缩空气的产生的高温将柴油点燃，形成爆发。

由于柴油机压燃的特性，需要将柴油喷入气缸内部，称为缸内喷射。缸内喷射需要较大燃油压力，

由于喷油嘴的直接深入到汽缸内部，因此需要承受较高的温度和压力，因此对缸内喷射燃油供给系统而言，在供油系统的结构上较为复杂，在材料的要求也较高。在柴油机机上，并不对气缸的进气量进行控制，柴油的动力的强弱则由柴油的喷射量来决定。

2. 汽油机

汽油的特点是易挥发，且燃点高，因此汽油机为点燃式，其先将汽油和空气形成混合气，再由火花塞点燃。

混合气形成的位置有三种，第一种在节气门的前方，早期的化油器采用这种形式。第二种在节气门后方的进气道内，这种方式是在进气道上安装喷油器，将燃油按照空气的数量喷入进气道，形成混合气，进入气缸燃烧；第三种是在气缸内形成，即把喷油器喷嘴伸入气缸，称为缸内直喷，越来越多的发动机采用这种喷射方式。缸外喷射采用均质燃烧，发动机动力的强弱由进入气缸混合气的数量决定，在发动机转速一定的情况下，发动机的功率和扭矩由节气门的开度控制。在缸外喷射有利于汽油和空气的充分混合，缸外喷射不需要太高的燃油压力，喷油嘴的工作环境也并不太恶劣，因此在供油系统的结构上较为简单。

对于缸内喷射的汽油机来说，在中、小负荷对进气形式进行控制，使其在气缸内形成涡流，再精确的控制喷油和点火的时刻，可以实现混合气局域性分布，以此可以实现富氧燃烧，从而提升热效率，更加节约燃油。缸内喷射可以实现混合气区域性的差异，即在喷油嘴附近混合气浓度较高，离喷油嘴越远，混合气浓度较低，这种方式称为分层燃烧。需要说明的是，在这里虽然对进气的有所控制，其目的是为了形成涡流，并不是控制发动机的动力，发动机的动力由喷油量进行控制。

在大负荷和全负荷时，分层燃烧不易形成，因此采用均质燃烧形式，此时，控制喷油与点火的时机，其目的是形成均质的混合气。因此，此时发动机的动力由缸内气体的数量决定，而对缸内气体的量起



课堂笔记

控制作用的是节气门开度。这时的控制方式相当于缸外喷射的汽油机。

对于汽油机缸内直喷而言，具有混合气实现分层的优势，但实现均质的优势明显不如缸外喷射，由此在一些汽油机上装有缸内喷射和缸外喷射两套系统，称为双喷射系统。