# 进排气系统（内燃机基础）

本章介绍四冲程循环发动机中的进气和排气以及二冲程循环发动机中的扫气过程的基本原理。排气和进气过程或扫气过程的目的是在动力冲程结束时排出燃烧的气体，并为下一个循环提供新的充注量。方程式（2.38）表明，内燃机在给定转速下的指示功率与空气质量流量成正比。因此，在宽开节流或满载时引入最大空气质量，并在气缸内保持该质量是气体交换过程的主要目标。

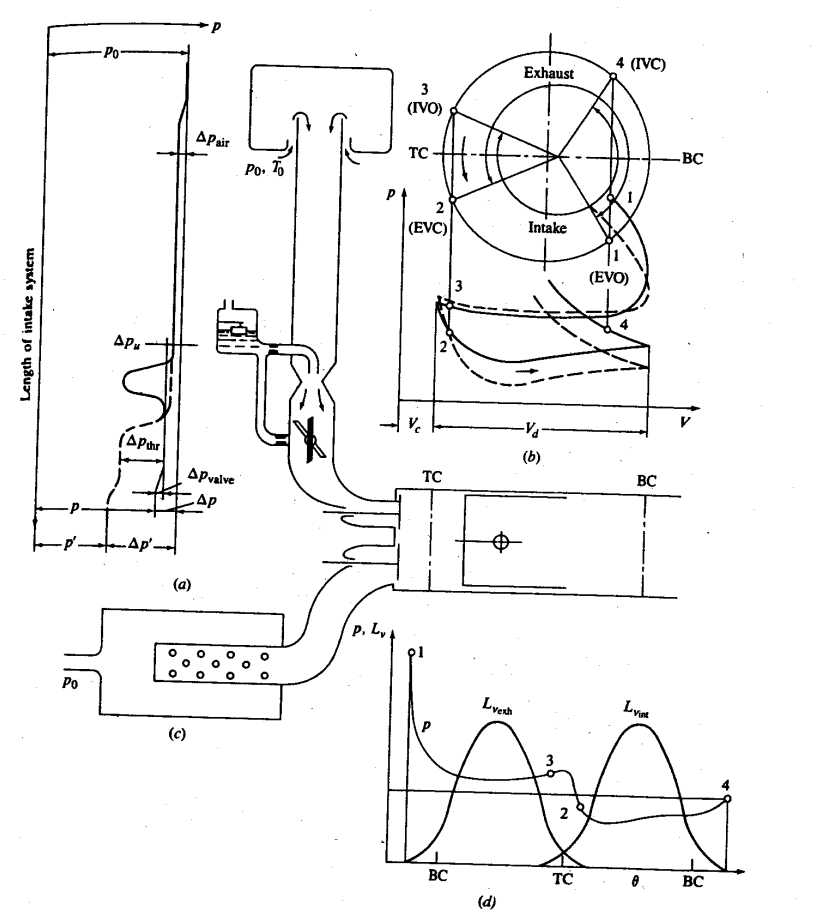
发动机气体交换过程的特点是总体参数，如容积效率（四冲程循环）和扫气效率和tapping效率（对于两冲程循环）这些总体参数取决于发动机子系统（如歧管、阀和端口）的设计以及发动机的工作条件。因此，fow通过individd-

发动机进排气系统中的部件也得到了广泛的研究。增压和涡轮增压被用来增加通过发动机的空气流量，从而提高功率密度。很明显，引擎是否是自然充气或增压（或涡轮增压）显著影响气体交换过程。以上主题是本章的主题。

对于火花点火式发动机，新鲜的燃料是燃料、空气和（如果用于任务控制）可回收的废气，因此，混合物的制备也是进气过程的一个重要目标。 混合物制备包括实现适当的混合物组成和实现空气、燃料的平等分配以及不同钢瓶之间的回收废气。 在柴油中，只引入空气(或空气加回收废气。 本文讨论了混合制备和流形现象在 7 章。气体交换过程的第三个目标是在发动机气缸内设置流场，这将为满意的发动机运行提供一个快速而充分的燃烧过程。 缸内流动在第 8章讨论.

## 四冲程循环中的进气和排气过程

在火花点火发动机中，进气系统通常由空气过滤器、化油器和节气门或喷油器以及节气门或节气门组成，每个进气口都有单独的喷油器端口和进气歧管。 在感应过程中，压力损失发生在混合物通过或通过每一个这些部件。 在进气道上有一个额外的压降RT和阀门。 排气系统通常由排气歧管、排气管、通常用于排放控制的催化转换器以及一个-搅拌器或消声器组成。 图6-1说明了int 传统火花点火发动机中的AKE和废气流动过程。 这些流动是脉动的。 然而，这些流动的许多方面可以在准稳态的基础上进行分析，以及压力I 在图中的进气系统中。 6-la表示多缸发动机的时间平均值。

四冲程点火发动机的进排气流程：

a):进气系统及平均压力

b）：气阀升程和压力-容积图

c)：排气系统

d):气缸压力p及气阀升程随曲轴转角，实线为节气门全开。虚线为部分节气

：大气条件

:空气滤器压力降

：节气门上游进气损失

：节流损失

：气阀损失

进气系统的压力下降取决于发动机转速、系统中元件的流动阻力、新鲜充气移动的横截面积和增压强度。 图6-ld显示了入口和排气阀升降随曲柄角度的变化。 通常的做法是将阀门开启阶段扩展到进气和排气冲程之外，以改善排空 对汽缸充气，并充分利用进气和排气系统中气体的惯性。 排气过程通常在BC 40到60“之前开始。直到大约BC，由于气缸和排气系统之间的压差，燃烧的气缸气体被排放。 在BC之后，气缸在向TC移动时被活塞清除。 术语blowdown和displacement 用于表示排气过程的这两个阶段。通常情况下，排气阀在TC之后关闭15至30“，入口阀在TC之前打开10至20。 两个阀门在重叠期间都是打开的，当时，排气回流到气缸，气缸气体回流到进气口。 阀门重叠的优点发生在高发动机上, 当较长的阀门开启周期提高体积效率时。 当活塞通过TC移动，气缸压力低于进气压力时，气体从进气口流入气缸。 在BC后，进气阀重新打开50到70“，以便新鲜的空气在BC后继续流入汽缸。

在柴油机进气系统中，没有化油器或电喷系统和油门板。柴油发动机通常采用涡轮增压。图6-2显示了涡轮增压四冲程柴油机的进气和排气过程。当排气阀打开时，燃烧的气缸气体被送入涡轮，涡轮驱动压缩机在进入气缸之前压缩空气。

## 容积效率

容积效率被用作四冲程循环发动机及其进气和排气系统作为抽气装置有效性的总体度量。 定义为：

:气体密度

：整体容积效率，亦可在入口歧管条件下进行评估，单独测量气缸、进气口和阀门的泵送性能（只讨论无节流的情况），正是在这些条件下的气流限制了发动机的最大功率。 通过用节流阀限制进气系统流量区域，获得SI发动机中较小的空气流量。

体积效率受以下燃料、发动机设计和发动机运行变量的影响：

1燃料类型、燃料/空气比、进气系统中蒸发的燃料比例和燃料蒸发热

2传热对混合物温度的影响

3排气歧管与进气歧管压力之比

4压缩比

5发动机转速

6进排气歧管和端口设计

7进气门和排气门的几何形状、尺寸、升程和正时

上述几组变量的影响本质上是准稳定的；也就是说，它们的影响要么与速度无关，要么可以用平均发动机转速来充分描述。 然而，这些变量中的许多具有依赖于伴随气体交换过程的时变性质的非定常流动和压力波现象的影响。

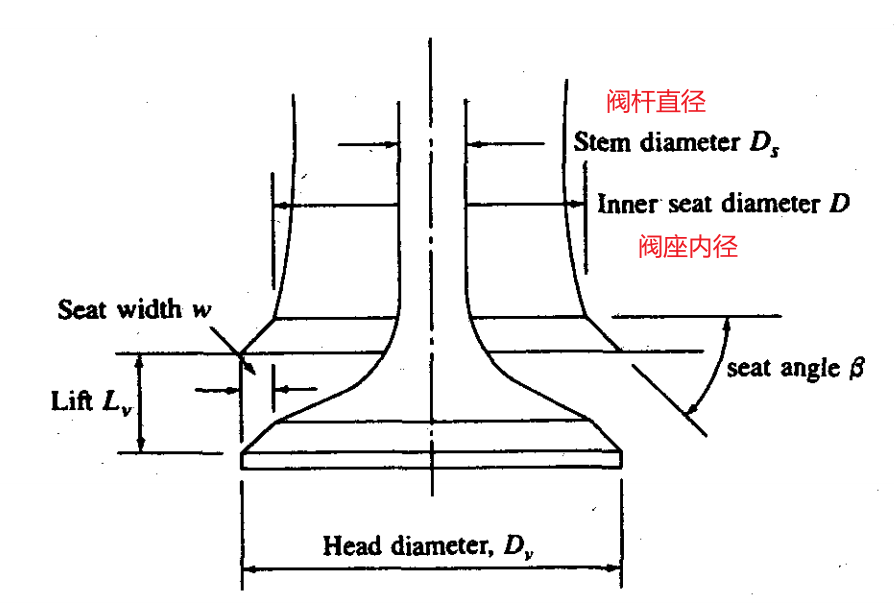
### 准静态效应

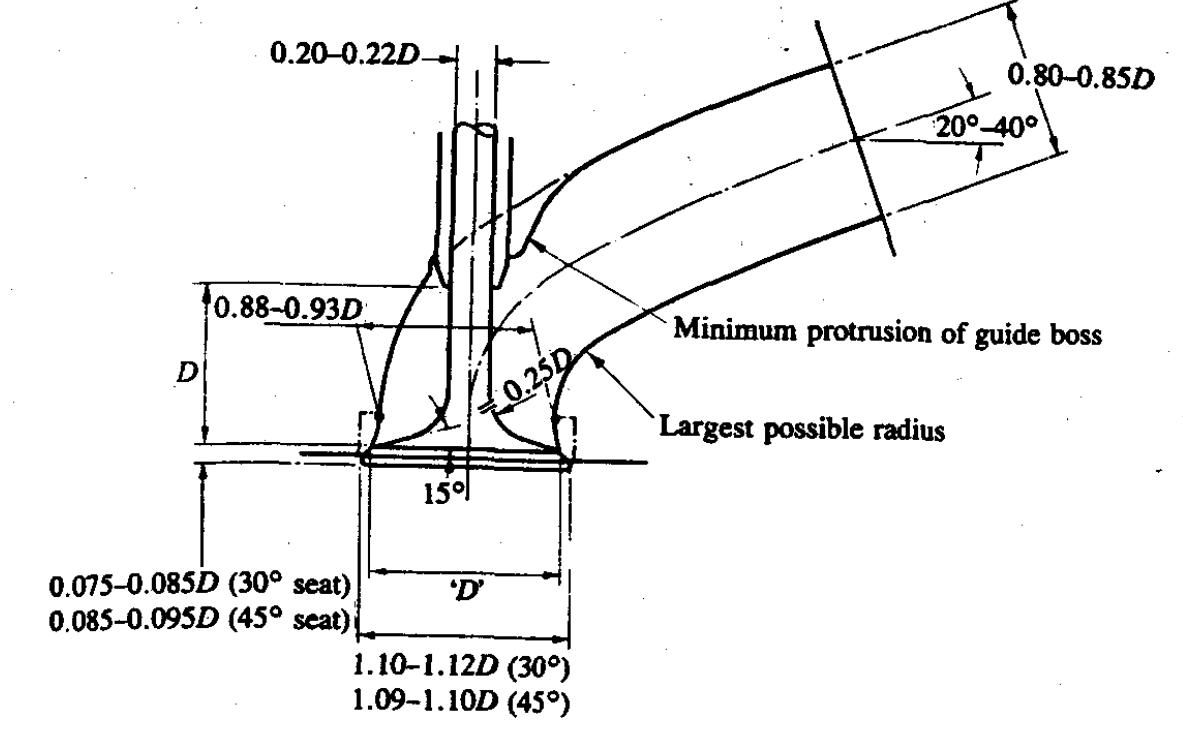
**理想循环的体积效率**

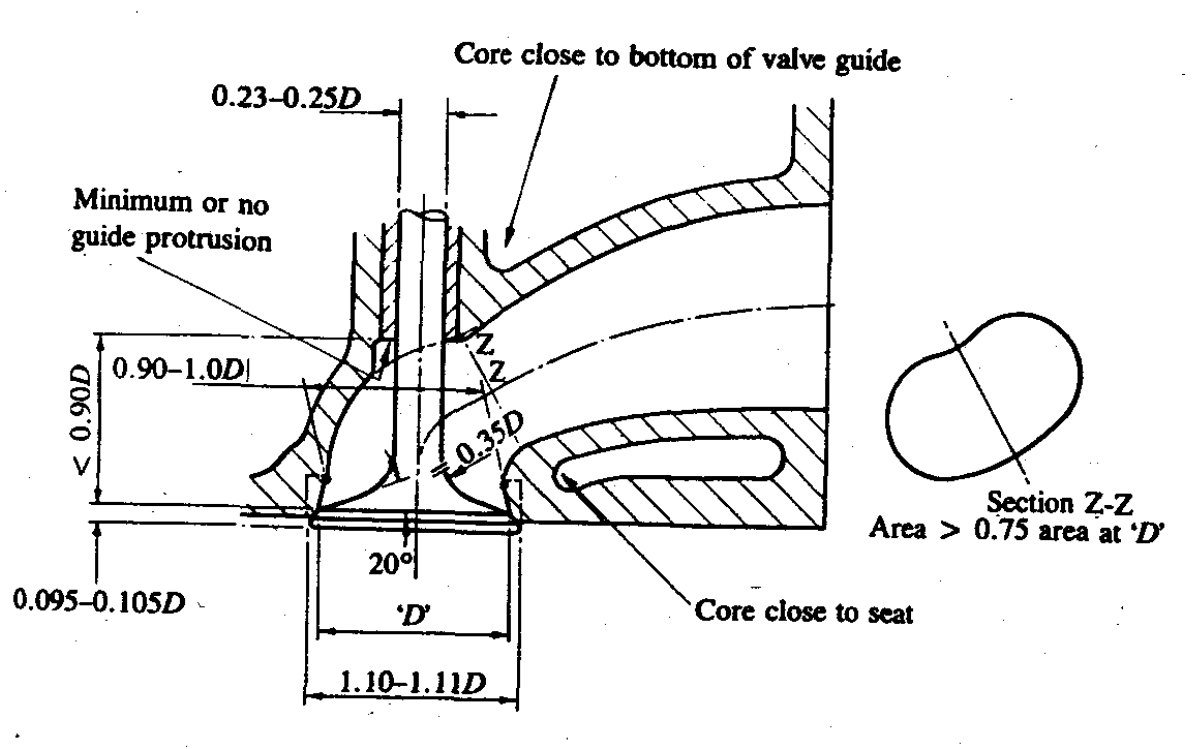
## 流经阀

在四冲程循环发动机的进气和排气系统中，阀门或阀门和端口一起通常是最重要的流量限制。 本章回顾通过提升阀的流量特性。

### 阀的几何形状和计时







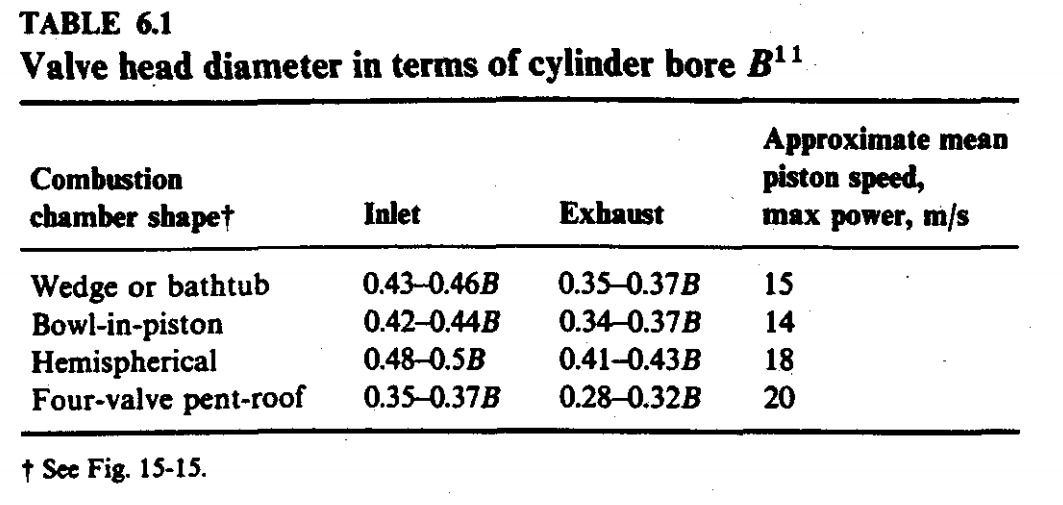


图6-12显示了阀头和阀座的主要几何参数。 图6-13 典型的进气阀和排气阀和端口的比例，相对于阀门内阀座直径D。入口端口通常是圆形的，或者几乎是圆形的，并且横截面积不大于实现所需功率输出所需的面积。 对于排气口，的重要性 良好的阀座和导向冷却，暴露阀杆长度最短，导致不同的设计。 虽然圆形截面仍然是可取的，在导向BOSS区域周围，矩形或椭圆形通常是必不可少的。 表6.1给出了不同形状燃烧室的气缸孔B的典型阀头尺寸。 这些腔室的每一个形状(见Sec 10.2和15.4用于讨论火花点火和柴油燃烧室设计)对阀门尺寸施加了不同的限制。 较大的阀门尺寸（或四个阀门相比两个）允许更高的最大气流对给定的气缸位移。

图6-14显示了四冲程循环火花点火发动机的典型气门正时、气门升程曲线和气门开度。没有公认的标准来定义气门正时点。有些是基于specific lift标准”。例如，SAE根据参考气门升程定义气门正时事件得分：

液压升降机。 开启和关闭位置是0.15毫米（0.006英寸）的阀门提升点

机械升降机。 瓦尔沃开启和关闭位置是0.15毫米（0.006英寸）升力加上指定的LAS的点

或者，阀门事件可以根据沿升力曲线的角度准则来定义。 12重要的是，当大量气体通过阀门打开区域时，要么开始，要么停止。

瞬时阀门流量面积取决于阀门扬程和阀头、阀座和阀杆的几何细节。 随着气门升程的增加，流动区域的发展有三个不同的阶段 如图6-14b所示。 对于低阀升程，最小流动面积对应于右圆锥体的圆台，其中垂直于阀座的阀门和阀座之间的锥面定义了流通面积，在这个阶段：

此时，对应的最小流通面积为：

:阀座角度

：气阀升程

：阀头直径（阀座外径）

：阀座宽度（阀座内外半径之差）

对于第二阶段，最小面积仍然是右圆锥截面的倾斜面，但该表面不再垂直于阀座。 锥的基角进去折痕从（90-）“向圆柱体，90”。 在这个阶段：

此时，对应的最小流通面积为：

：端口直径（port）

：阀杆直径

：平均阀座直径（）

最后，当阀门升力足够大时，最小流量面积不再介于阀头和阀座之间；它是端口流量面积减去阀杆的截面A1面积。 因此，为：

此时，对应的最小流通面积为：