

产品分析训练



工程训练中心

二〇二〇年三月



产品分析 (三)

机构与零部件分析



第三环节 配气机构与凸轮轴分析

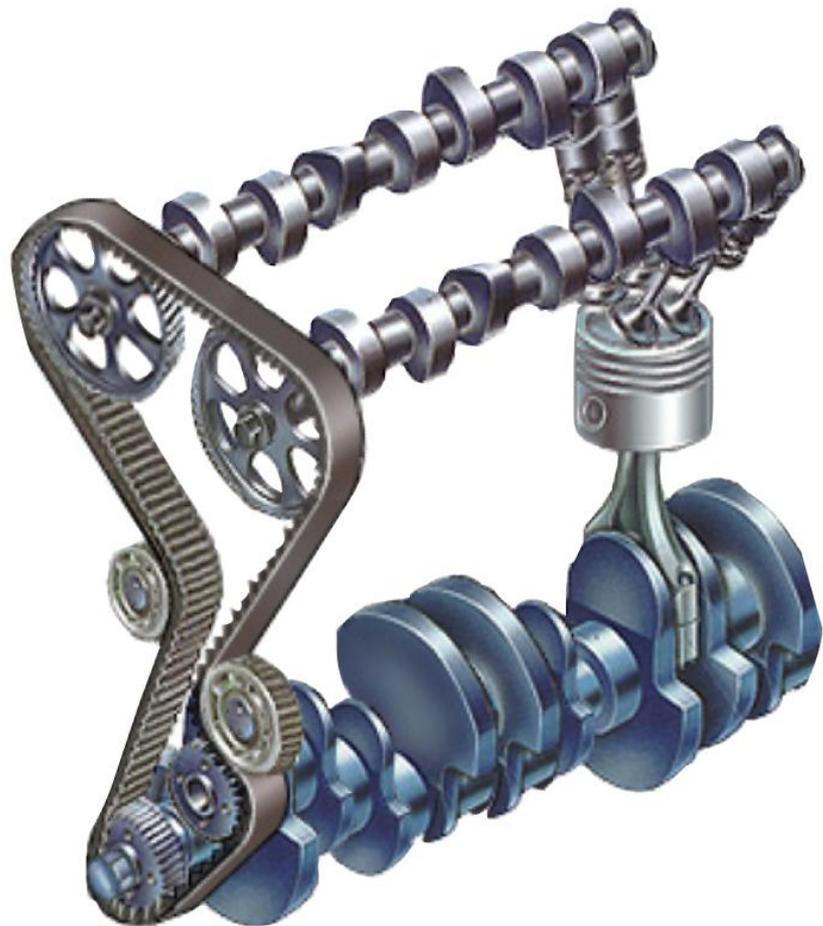
一、配气机构

功用 根据工作循环和发火顺序的要求，定时有序地开启（关闭）进（排）气门。使各缸换气及时充分。

基本要求

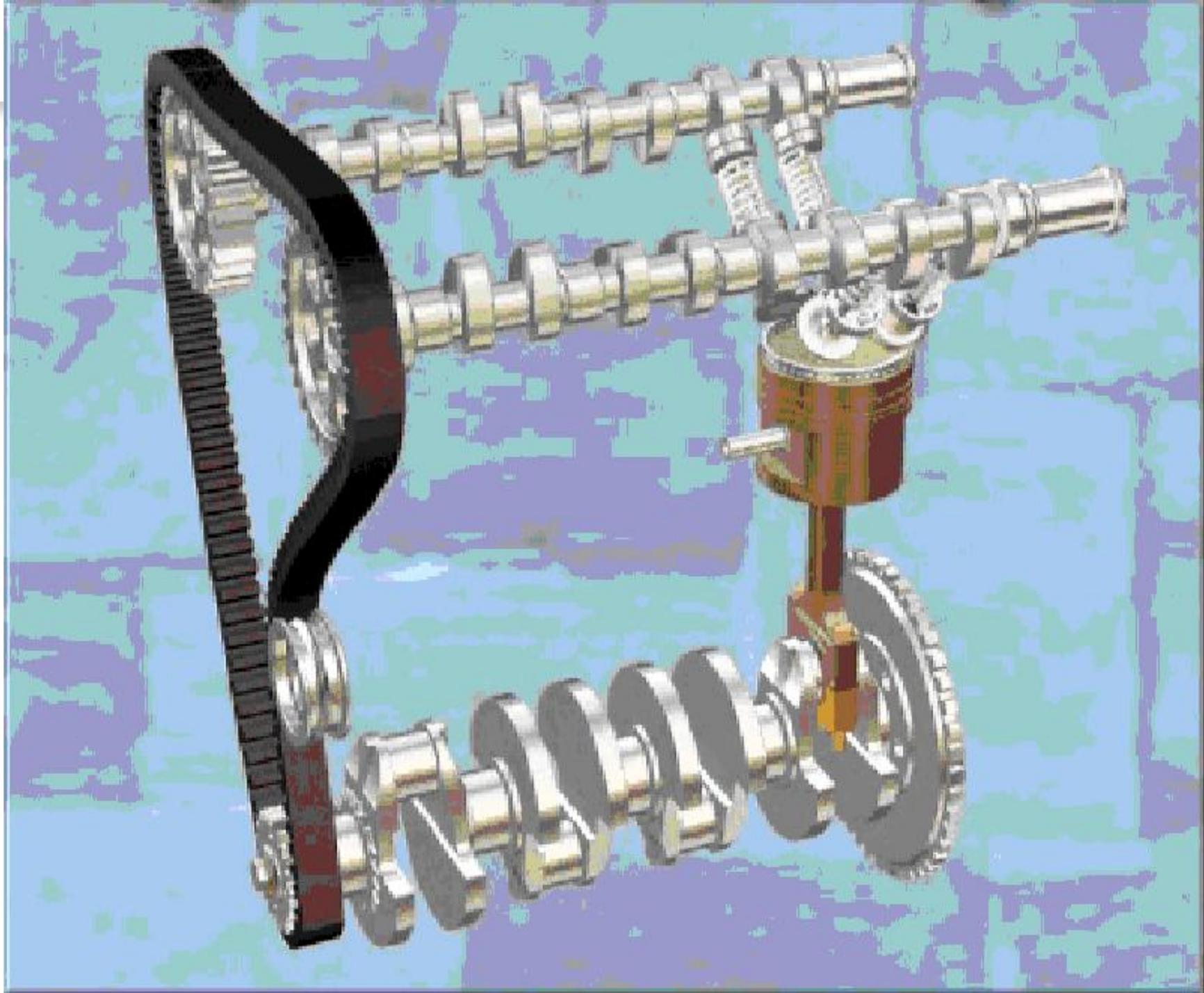
1、换气正时 与各缸工作循环匹配，在特定的循环角开启 / 关闭气门；

2、换气充分 进气充分、排气干净——进 / 排气阻力小，进 / 排门（道）通过能力大。





配气过程





配气相位——以曲拐上、下止点作参照，曲周转角度的进/排气门的开、闭时刻及开启持续时间。

配气相位图——用相对于上、下止点曲拐位置的曲轴转角来表示配气相位的环形图。

进气门的配气相位

提前开启角 α ($10\sim 30^\circ$)

延迟关闭角 β ($40\sim 80^\circ$)

开启持续角: $\alpha+\beta+180^\circ$

排气门的配气相位

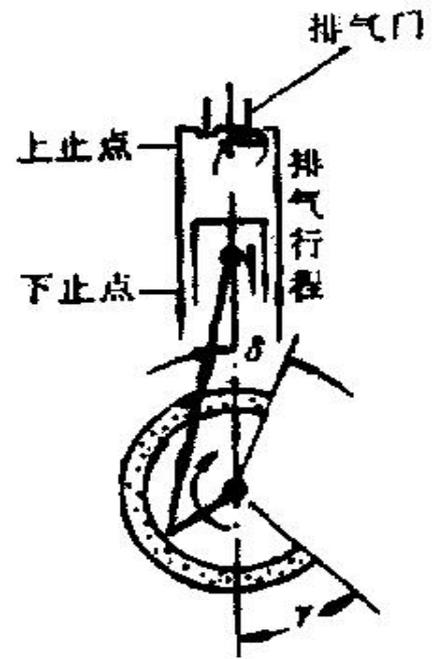
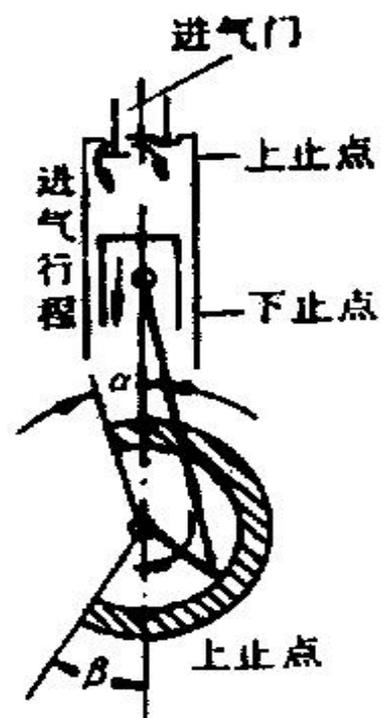
提前开启角 γ ($40\sim 80^\circ$)

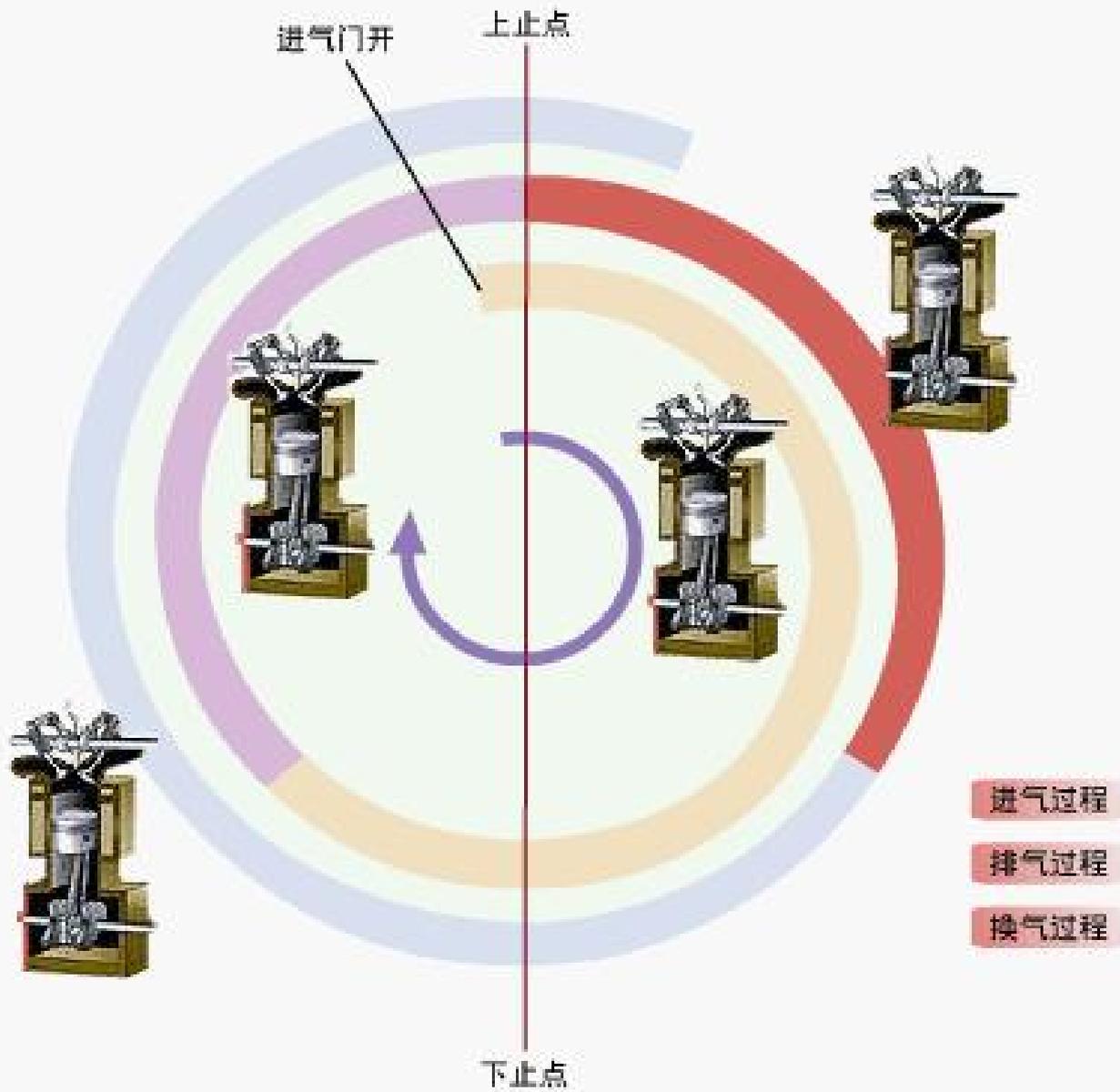
延迟关闭角 δ ($10\sim 30^\circ$)

开启持续角: $\gamma+\delta+180^\circ$

气门重叠角

进、排气门同时开启的曲轴转角 — $\alpha+\delta$ 。



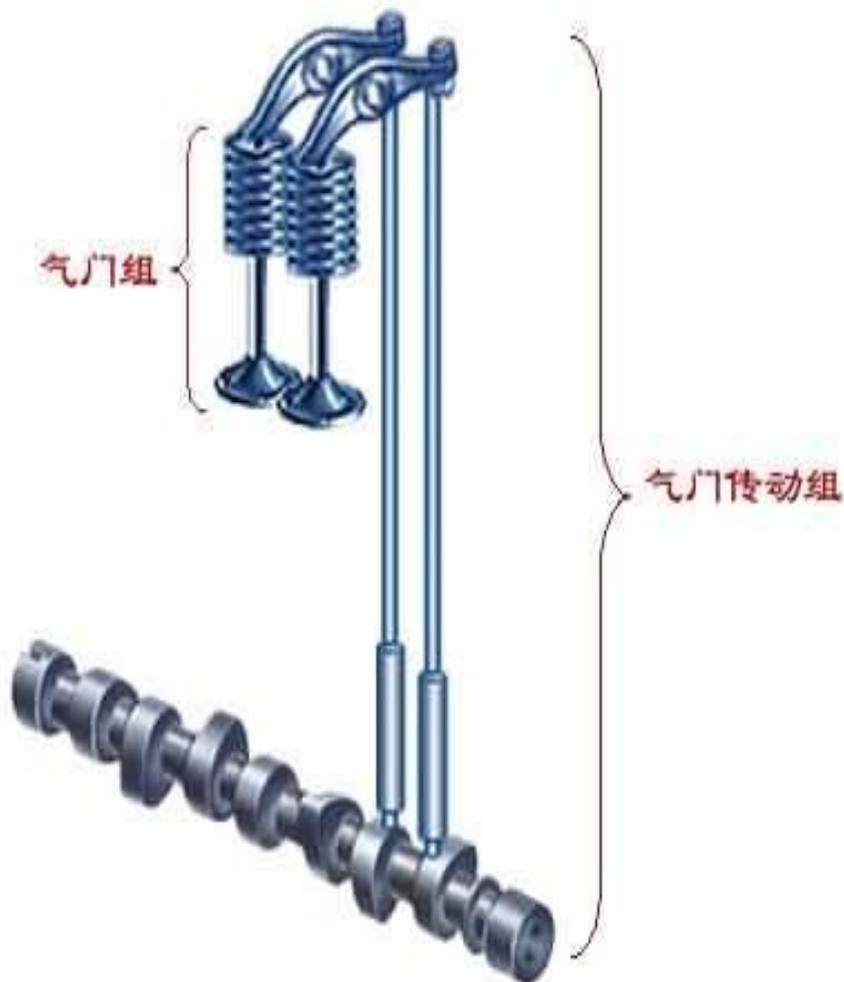


配气相位



一) 配气机构的结构

配气机构组成



气门组— 气门 气门座 气门弹簧 气门导管

气门传动组— 正时齿轮 凸轮及轴 挺杆 推杆 摇臂组

气门传动 曲轴→正时齿轮→凸轮轴 →挺杆、推杆 → 摇臂→顶开气门

传动要求

正时 曲轴↔正时齿轮↔凸轮轴间的转角位置正时准确——正时标记

传动比 $i = 2$ 曲轴2圈/循环↔气门开关1次(凸轮轴1圈)/循环



二) 配气机构的布置及传动

1、气门 (Valve) 的布置型式

顶置式

侧置式

进气门顶置、排气门侧置

2、凸轮轴 (Camshaft) 的布置型式

下置式 凸轮轴位于曲轴箱中部 (气缸以下)

中置式 凸轮轴位于缸体上部

上置式 凸轮轴位于气缸盖上面

3、凸轮轴传动方式

齿轮传动 用于下置式

链传动 用于中 / 上置式

齿形皮带传动 用于中置式 / 上置式



按凸轮轴位置分



凸轮轴下置



凸轮轴中置



凸轮轴上置

按传动方式分



齿轮传动



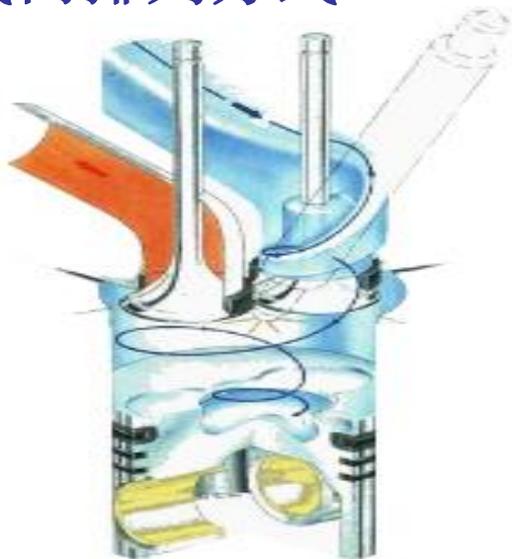
链条与链轮传动



齿形皮带传动



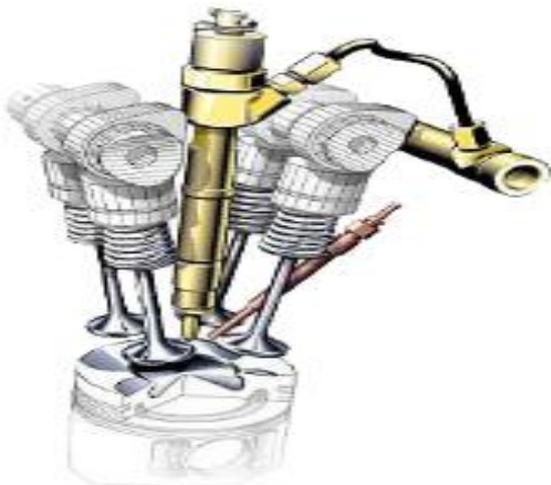
4、气门排列方式



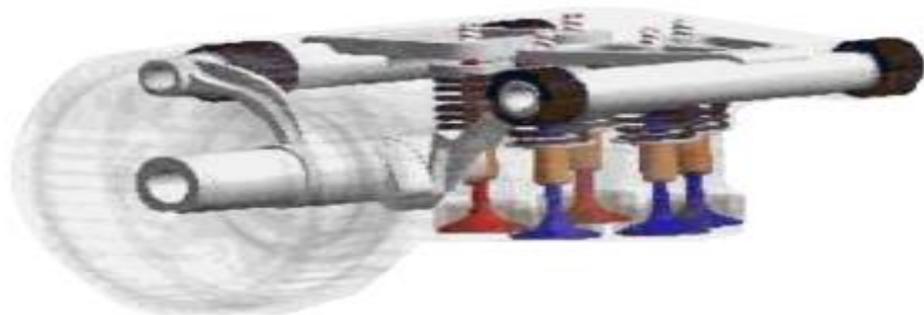
二气门



三气门



四气门



五气门

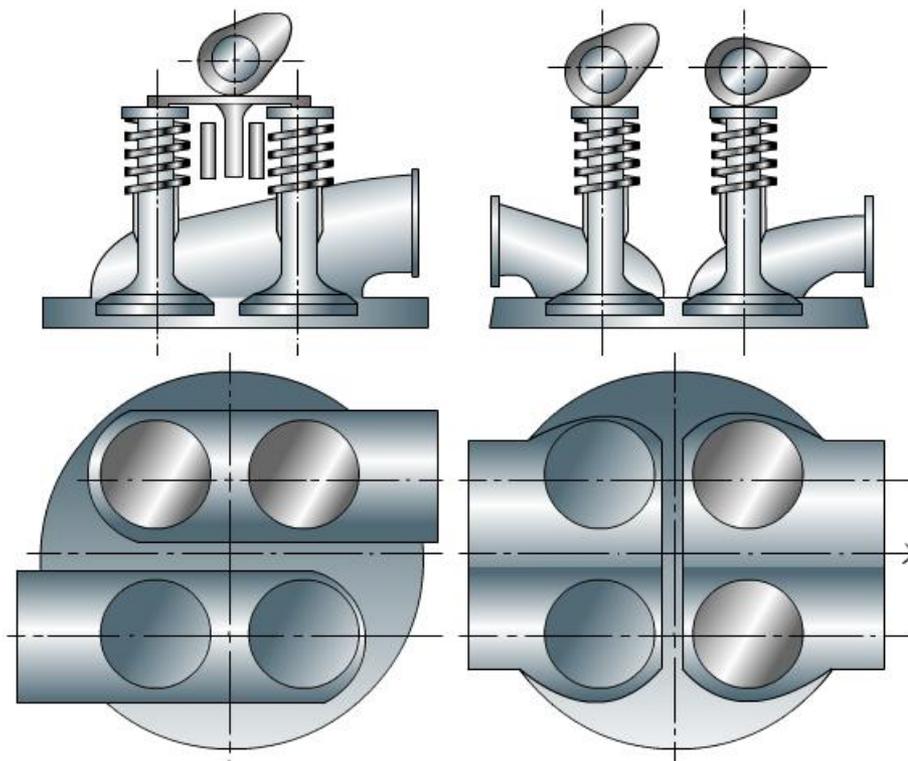


2 气门 单列（汽油机用）

进、排气门对列（柴油机用）

4 气门 同名气门横向并列，异名气门纵向交替布置——单凸轮轴驱动

进、排气门分两列对置—— 双凸轮轴驱动



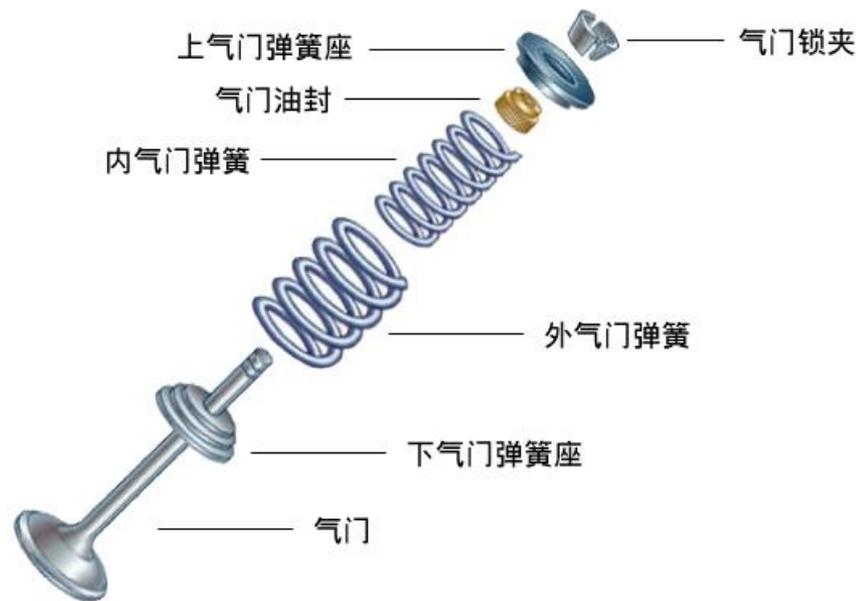
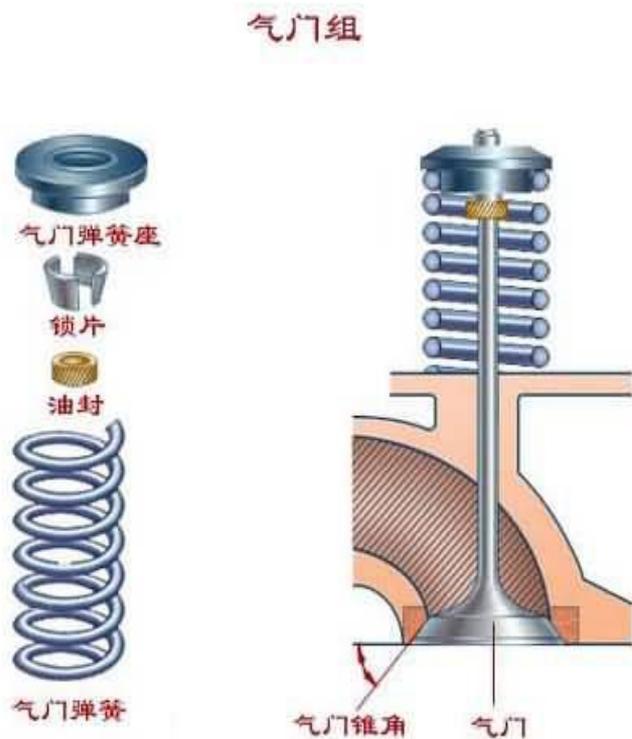
四气门发动机



二、配气机构与零件分析

1、气门组 组成 气门、气门导管、气门座、气门弹簧、气门油封

基本要求 1) 密封严实、可靠
2) 开、闭迅速



气门组的基本组成



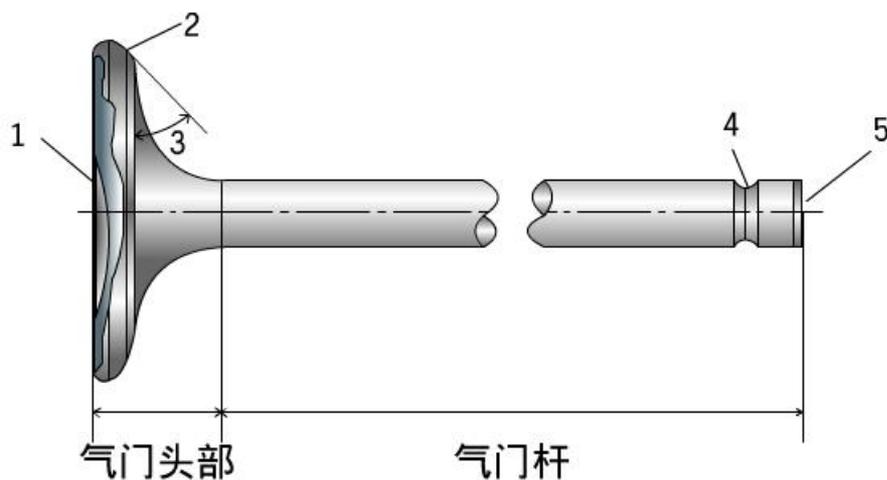
气门 作用：封闭进、排气通道

工作条件恶劣 排气门尤甚

要求：耐热、耐磨、耐腐蚀

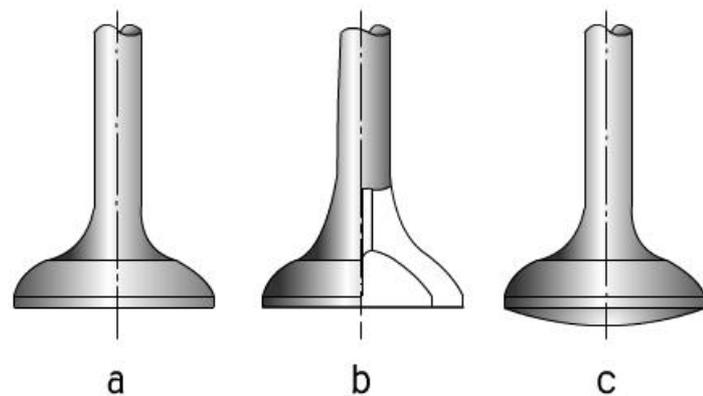
材料：进气门 —— 中碳合金钢（铬、镍铬、铬钼钢）

排气门 —— 耐热钢（硅铬、硅铬钼、硅铬锰钢）



气门结构及各部名称

1-气门顶面；2-气门锥面；3-气门锥角；
4-气门锁夹槽；5-气门尾端面



气门顶面的形状

a) 平顶；b) 凹顶 c) 凸顶



2、气门传动组

功用：按工作顺序和配气相位的要求，有序、定时开启/关闭气门。

组成：（齿轮传动方式）正时齿轮、凸轮轴、挺柱、推杆、摇臂及组件

1) 凸轮轴

功用：驱动、控制气门（开启顺序、配气相位、开启/关闭规律）

驱动其他装置（燃油泵、机油泵、分电器等）

主要结构要素（凸轮 + 轴颈 + 其他装置驱动轮）



凸轮轴构造

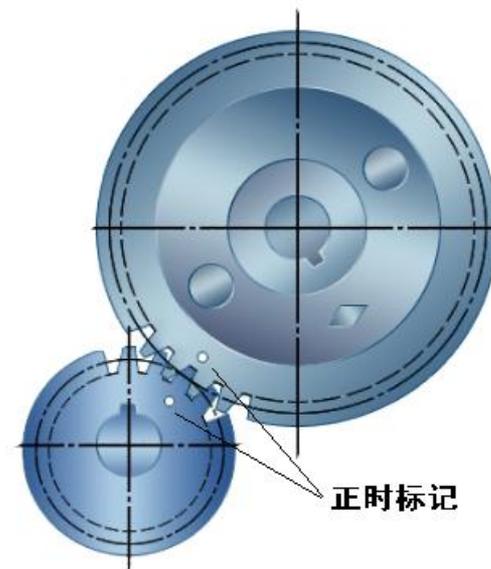


2) 正时齿轮 —— 斜齿轮

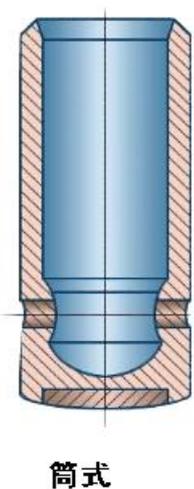
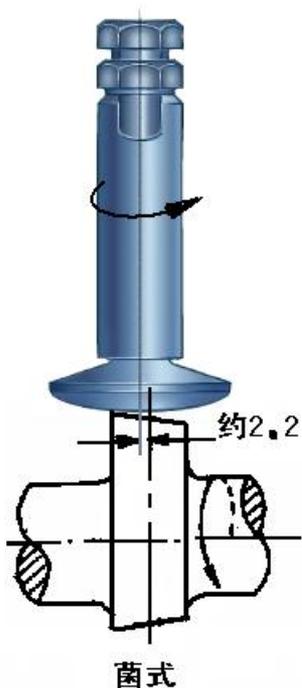
主动齿轮为钢制件 从动齿轮为胶木件

装配时必须对正正时标记

——确保曲轴与凸轮轴的相对转角位置



正时齿轮



机械挺柱

3) 挺柱

作用：传力 导向

型式：筒式——用于凸轮轴上、中置式

菌型 ——用于凸轮下置式

滚轮式 ——用于低速发动机

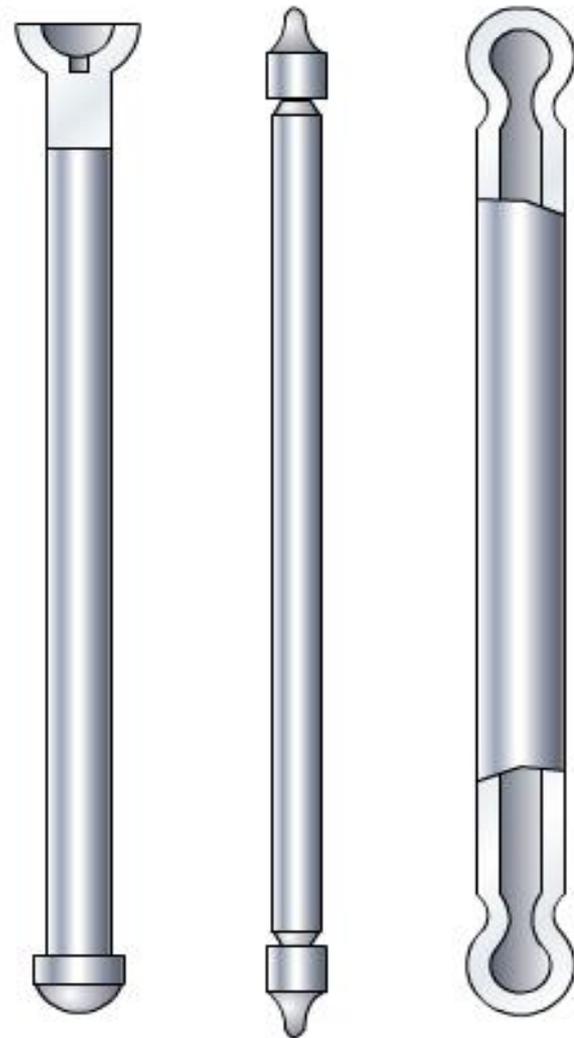
挺柱底部微凸且镶嵌优质耐磨材料



4) 推杆

作用：传力

结构：杆件——两端为球头节或球头

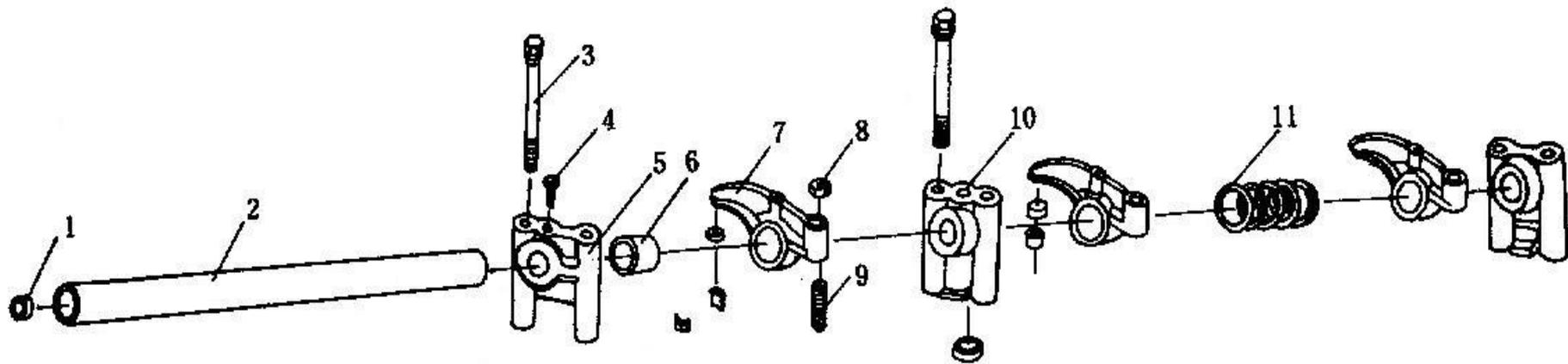


推杆



5) 摇臂组

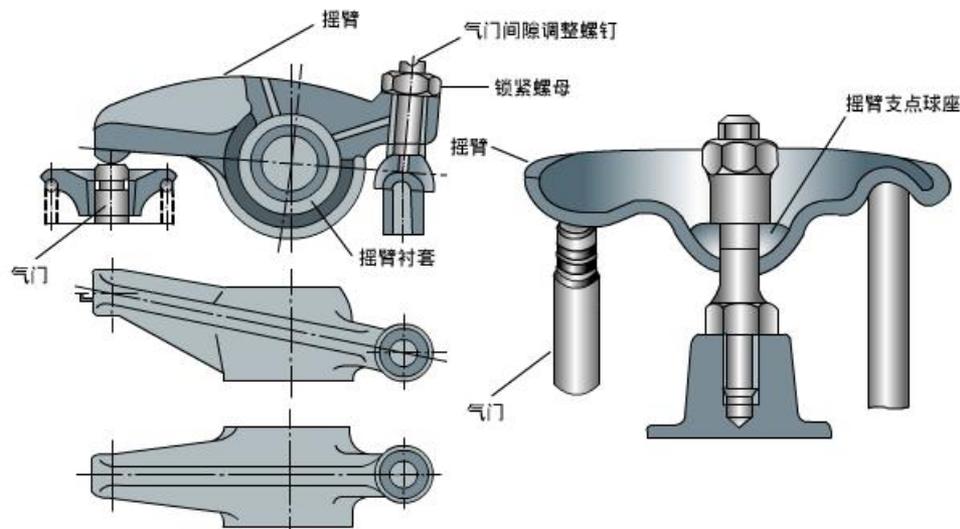
组成：摇臂、摇臂轴、摇臂轴支座、摇臂弹簧



摇臂两端臂长不等

—— 推杆端较短，杠杆比为
 $1.2 \sim 1.8$

润滑 气缸体油道→摇臂支座（两
端和中间支座）→摇臂轴→摇臂



摇臂组



二、凸轮及凸轮轴结构分析

1、凸轮轮廓结构要素

基圆 凸轮轮廓的基准圆

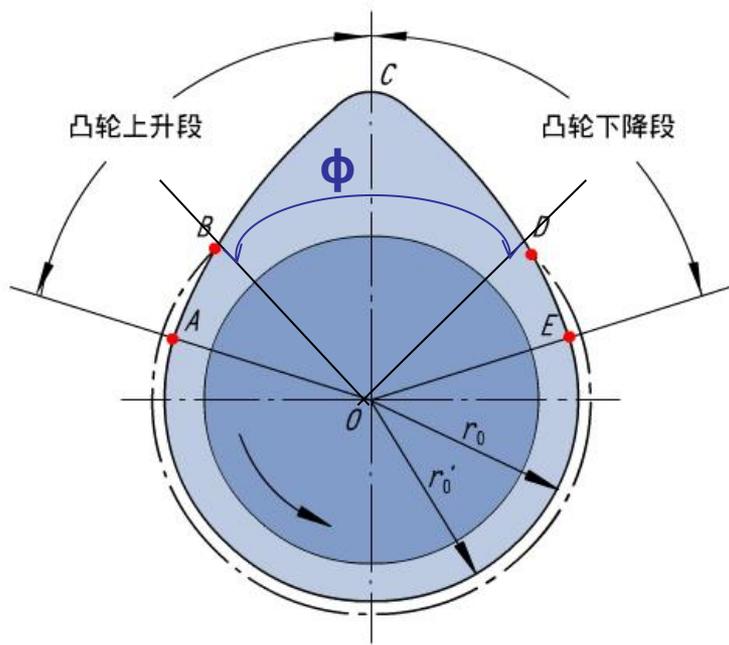
缓冲段 气门关闭状态下，气门间隙开始减小到气门开始正式开启之间的轮廓——线型应满足减小撞击和噪声的要求

工作段及线型 开启气门 其轮廓决定
气门运动规律

升程 决定气门开启开度

工作角 Φ 决定气门开启时间（开启角）

$$\Phi = \frac{1}{2} \text{气门开启角（曲轴转角）}$$



凸轮轮廓



2、凸轮轴

凸轮

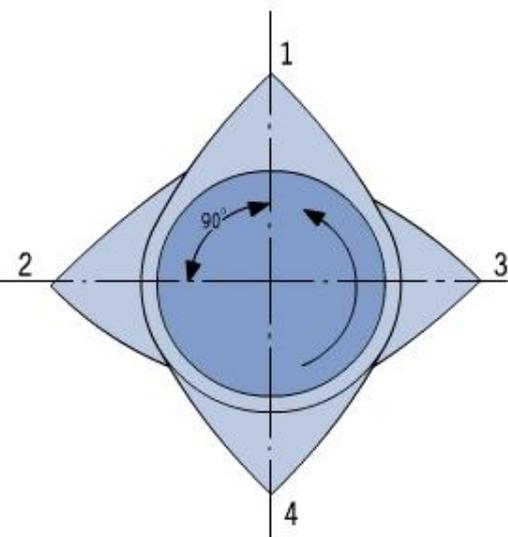
轴颈



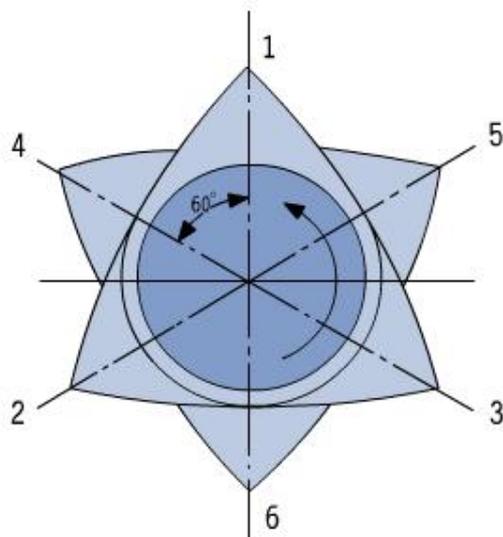
凸轮轴构造

3、同名凸轮夹角 θ_t ——与作功顺序和间隔匹配

$$\theta_t = \frac{1}{2} \varphi_{功}$$



四缸发动机



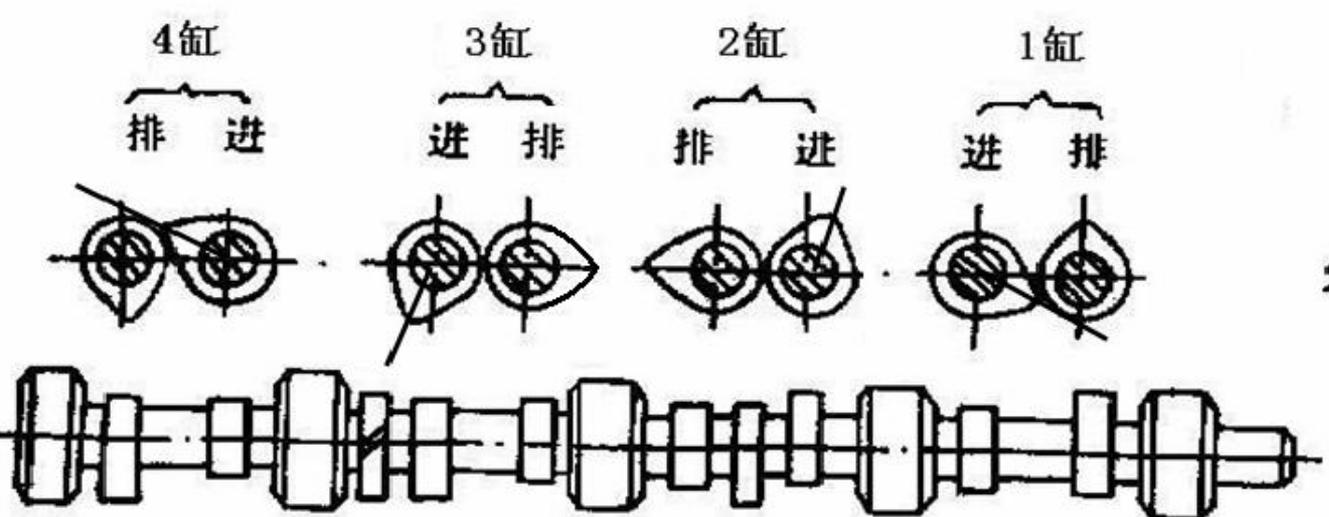
六缸发动机

同名凸轮的相对角位置

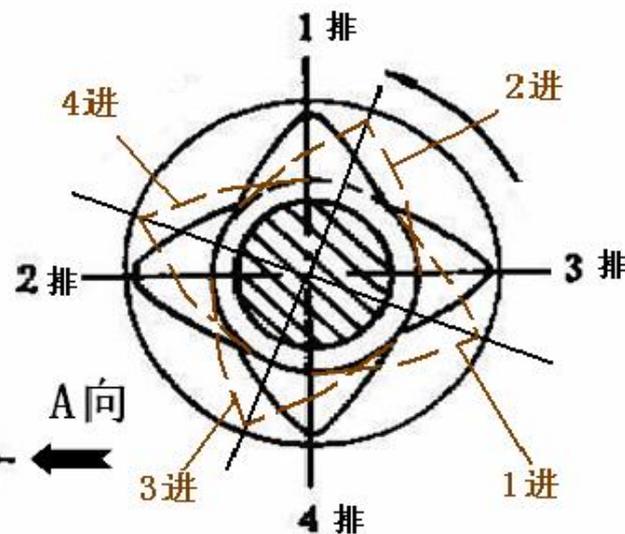


4、异名凸轮夹角 θ_y ——与工作循环匹配，控制配气相位。

$$\theta_y = 90^\circ + (\beta + \gamma - \alpha - \delta) / 4$$



凸轮夹角示意



A向进、排气凸轮投影



思考题

- 1、试述配气机构的结构组成。
- 2、凸轮轮廓结构要素是怎样影响配气过程的？
- 3、凸轮轴的结构要素是怎样影响配气正时的？