

## 2. 发动机机械系统

### 2.1 规格

#### 2.1.1 固件规格

紧固件名称	型号	力矩范围	
		公制 (N·m)	英制 (lb-ft)
进气凸轮轴前轴 承盖螺栓	M8×50	29-31	21.3-22.7
排气凸轮轴前轴 承盖螺栓	M8×50	29-31	21.3-22.7
凸轮轴承盖螺栓	M6×40	12-14	8.8-10.3
缸盖工艺孔堵塞	M27×1.5	78-94	57.2-68.9
活塞冷却喷嘴螺 栓	M6×12 (内六角)	6-8	4.4-5.9
连杆螺栓	M9×1×45.5	第一次19-21	13.9-15.4
		第二次50-55	36.5-40.3
曲轴箱螺栓	M8×125	23-25	16.9-18.3
	M8×45		
主轴承盖螺栓	M10×1.5×82.5	第一次18-22	13.2-16.1
		第二次38-42	27.9-30.8
		第三次57-63	41.8-46.3
平衡轴盖螺栓	M8×60	第一次13-17	9.5-12.5
		第二次35-41	25.7-30.1
机油泵螺栓	M8×65	17-21	12.5-15.4
机油滤清器接头- 曲轴箱	M24×1.5	27-33	19.8-24.2
机油滤清器-机油 滤清器接头	UNF3/4-16	17-23	12.5-16.9
气缸盖螺栓	M12×1.25×55	第一次31-39	22.7-28.6
		第二次68-72	49.8-52.8
		第三次87-93	63.8-68.2
水温传感器	M12×1.5	12-18	8.8-13.2
VVT 螺栓	M12×1.25×55	57-63	41.8-46.2
正时链轮螺栓	M10×1.25×22	47-53	34.5-38.8
链条导向轨螺栓	M6×14	8-10	5.9-7.3
机油泵链轮螺母	M9×1×10	27-33	19.8-24.2
机油泵链条张紧 器销轴	M6×12	12-14	8.8-10.3
链条张紧轨销轴	M8×16	18-20	13.2-14.7
机油泵链条紧链 器螺栓	M5×16	5-7	3.7-5.1

正时链罩螺栓	M10×40	47-53	34.5-38.8
	M8×30	15-21	11-15.4
	M6×30、M6 螺母	9-11	6.6-8.1
链条张紧器螺母	M6	8-10	5.9-7.3
火花塞	M14×1.25	22-28	16.1-20.5
机油盘放油塞	M12×1.25×10.5	22-28	16.1-20.5
机油盘螺栓、螺母	M6×14	8-10	5.9-7.3
	M6 螺母		5.9-7.3
凸轮轴相位传感器螺栓	M6×14	8-10	5.9-7.3
机油压力报警器	R1/8	14-16	10.3-11.7
OCV 滤清器油道螺塞	M14×12	27-33	19.8-24.2
OCV 阀螺栓	M5×12	5-7	3.7-5.1
气缸盖罩螺栓、螺母	M6×60	10-12	7.3-8.8
	M6×33		7.3-8.8
	M6 螺母		7.3-8.8
PCV 阀螺栓	NPT3/8	17-21	12.5-15.4
点火线圈螺栓	M6×20	8-10	5.9-7.3
排气歧管螺母	M8	27-33	19.8-24.2
上隔热罩螺栓	M8×22	11-13	8.1-9.5
下隔热罩螺栓	M8×12	11-13	8.1-9.5
支撑板-排气歧管	M10×22	40-48	29.3-35.2
	M10 螺母		29.3-35.2
爆震传感器螺栓	M8×40	17-21	12.5-15.4
进气歧管上、下罩螺栓	M6×14	8-10	5.9-7.3
进气歧管安装螺栓、螺母	M8×35	22-28	16.1-20.5
	M8×75		
	M8 螺母		
油轨安装螺栓	M6×20	8-10	5.9-7.3
放水开关	R1/4	25 以上	42.5 以上
水泵组件螺栓	M10×1.25×60	32-38	23.5-27.9
发动机进水口座螺母	M6	8-10	5.9-7.3
水泵皮带轮螺栓	M8×14	19-25	13.9-18.3
暖风出水管螺栓、螺母	M6×14	8-10	5.9-7.3
	M6		5.9-7.3
链条护板螺栓	M6×12	8-10	5.9-7.3
皮带张紧轮总成螺栓	M8×75	29-35	21.2-25.7
	M10×1.25×85	55-65	40.3-47.6
压缩机螺栓	M8×100	22-28	16.1-20.5
发电机螺栓	M8×40	17-27	12.5-26.3

	M10×1.25×85	40-50	29.3-36.7
助力转向泵螺栓	M10×1.25×100	35-45	25.7-33
减震皮带轮螺栓	M14×1.5×39	162-178	118.7-130.5
飞轮螺栓	M12×1.25	95-105	69.6-77
发动机罩螺栓、螺母	M6	8-10	5.9-7.3
发动机吊耳吊钩	M10×20	34-42	24.9-30.7
右安装支架螺栓	M10×65	50-60	36.7-44
	M10×25	36-44	26.4-32.3

**注：高强度螺栓都有限用3次要求，螺栓每按规定的力矩和拆装规范拆装一次即为使用一次。**

## 2.1.2 机械系统规格

项目	规格	
	4G24 发动机	4G20 发动机
缸径 (mm/ in)	88.7	85
行程 (mm/ in)	96.2	88
排量	2.378	1.997
压缩比	10	10.2
功率 (km/rpm)	119/5700	105/6000
扭矩 (N. M/rpm)	220/4000-4200	186/4000-4200
怠速转速	750± 50	750± 50
点火次序	1-3-4-2	1-3-4-2
最低燃油消耗率 (g/KW. h)	≤255	≤260
燃油牌号	93#及以上车用无铅汽油	
机油容量 (L/pt)	(干式充满)4L	
润滑油规格/牌号	牌号为SAE10W-30 或15W-40, API 质量等级SL级及以上。	
火花塞型号	K6RTC	
火花塞间隙 (mm/in)	0.8-0.9	
干质量 (kg/lb)	≤120	
外形尺寸 (长宽高) mm/in	618×672×655	
凸轮轴		
轴颈外径 (mm/in)	23	
凸轮轴轴向间隙 (mm/in)	进气侧：0.04~0.095 排气侧：0.08~0.135	
进气门间隙 (mm/in)	0.25±0.03	
排气门间隙 (mm/in)	0.3±0.03	
进气VVT 调整范围	±25.75°	
气门正时		
进气门开启	上止点前18.5°	上止点前22.5°

进气门关闭	下止点后75°	下止点后72.5°
排气门开启	下止点前58°	下止点前53°
排气门关闭	上止点后26.5°	上止点后32°
连杆轴颈		
连杆轴承间隙 (mm/in)	0.018~0.044	
连杆轴承轴向间隙 (mm/in)	0.016~0.342	
曲轴		
轴向间隙 (mm/in)	0.04~0.24	
主轴承间隙—所有 (mm/in)	0.016~0.034	
主轴颈直径—所有 (mm/in)	φ 54.782~φ 54.8	
机体顶面平面度 (mm/in)	0.003	
气缸盖		
机加工后最小总高 (mm/in)	129-0.1	
总高 (mm/in)	129+0.1	
气门导管高 (mm/in)	38.5/40.5	
活塞		
至缸套间隙 (mm/in)	0.0275~0.0575	
直径 (mm/in)	φ 88.665±0.0075	
活塞销		
与活塞的间隙 (mm/in)	0~0.006	
与连杆的间隙 (mm/in)	-0.022~0.016	
直径 (mm/in)	φ 0.010 0.004 22	
长度 (mm/in)	0 0.1 56	
活塞销偏移量—朝推力侧 (mm/in)	0.45±0.1	
机油泵		
端隙	0.05~0.10mm(0.0020~0.0039in)	
齿隙	0.08~0.18mm(0.0031~0.0071in)	
机油压力报警器点亮压力	≤40kPa(≤6psi)	
机油泵输出压力	0.77MPa(111.7psi)	
机油泵限压阀开启压力	0.40~0.50MPa(57.8~72.2psi)	
活塞环		
油环端隙 (mm/in)	0.20~0.40	0.20~0.70
第二道压缩环端隙 (mm/in)	0.30~0.50	0.45~0.65
第一道压缩环端隙	0.20~0.40	0.20~0.40

(mm/in)		
密封剂和粘合剂		
气门室罩盖垫密封胶	1596F 硅橡胶平面密封剂	
机油油道孔塞	1608 碗形塞密封固持剂	
机油盘与曲轴箱体接合面	1590 硅橡胶即时平面密封剂	
曲轴箱体与缸体接合面	1596F 硅橡胶平面密封剂	
飞轮螺栓	预涂胶螺栓（乐泰204）	
气门系统		
进气门直径 (mm/in)	34.5	
排气门直径 (mm/in)	29.7	
气门导管内径 (mm/in)	5.5	
气门杆直径—进气门 (mm/in)	5.5	
气门杆直径—排气门 (mm/in)	5.5	

### 2.1.3 进排气门挺杆规格表

分组号	厚度尺寸 (mm/in)	分组号	厚度尺寸 (mm/in)
06	5.06 (0.1992)	42	5.42 (0.2134)
08	5.08 (0.20)	44	5.44 (0.2142)
10	5.10 (0.2008)	46	5.46 (0.2150)
12	5.12 (0.2016)	48	5.48 (0.2157)
14	5.14 (0.2024)	50	5.50 (0.2165)
16	5.16 (0.2031)	52	5.52 (0.2173)
18	5.18 (0.2039)	54	5.54 (0.2181)
20	5.20 (0.2047)	56	5.56 (0.2189)
22	5.22 (0.2055)	58	5.58 (0.2197)
24	5.24 (0.2063)	60	5.60 (0.2205)
26	5.26 (0.2071)	62	5.62 (0.2213)
28	5.28 (0.2079)	64	5.64 (0.2220)
30	5.30 (0.2087)	66	5.66 (0.2236)
32	5.32 (0.2094)	68	5.68 (0.2244)
34	5.34 (0.2102)	70	5.7 (0.2252)
36	5.36 (0.2110)	72	5.72 (0.226)
38	5.38 (0.2118)	74	5.74 (0.2268)
40	5.40 (0.2126)		



## 2.2 描述与操作

### 2.2.1 描述与操作

#### 凸轮轴

采用双顶置凸轮轴(DOHC),即有两根凸轮轴。一根凸轮轴控制进气门,另一根凸轮轴控制排气门。凸轮轴位于发动机顶部,气缸盖的轴颈中,由凸轮轴承盖固定。气缸盖的凸轮轴轴颈上的钻孔用作油道。发动机油在压力作用下流到凸轮轴,润滑各个凸轮轴轴颈。发动机油通过气缸盖上的回油孔返回油底壳。凸轮凸角经机加工而成,在适合的时间,按合适的量,准确开闭进、排气门。凸轮凸角通过从凸轮轴轴颈逸出的高压发动机油的飞溅作用进行润滑。

#### 曲轴

曲轴的结构采用整体式,它的毛坯由整根钢料锻造的方法制作。整体式曲轴具有工作可靠、重量轻的特点,而且刚度和强度较高,加工表面也较少;整体式曲轴一般与滑动轴承配合使用。曲轴的前端带有正时齿轮和皮带轮,结构简单、维修方便;曲轴后端设有法兰,飞轮通过螺栓和定位销与曲轴连接。定位销用以保证重装飞轮时保持飞轮与曲轴的正确装配位置关系,这种连接关系结构简单、工作可靠。

#### 飞轮

安装飞轮可以减小曲轴回转不均匀性,当输出的扭矩大于阻力矩时,飞轮就将多余的功吸收而使转速略微增加,当阻力矩大于输出扭矩时,飞轮则将其储存的能量释放,此时飞轮的动能减小,而发动机的转速略微减小;飞轮是一个储能装置,它起着调节曲轴转速变化稳定的作用。

#### 活塞组件

活塞组件包括活塞、活塞销和活塞环等在气缸里做往复运动的零件,它们是活塞式发动机中工作条件最为严酷的组件。发动机的工作可靠性和使用耐久性,在很大程度上与活塞组的工作情况有关。活塞组件的寿命决定了发动机的修理间隔。

#### 连杆组件

内燃机的连杆组件包括连杆体、连杆盖、连杆瓦和连杆螺栓。连杆组件的作用是将活塞的往复运动转变为曲轴的旋转运动,并把作用在活塞组上的力传递给曲轴。

## 2.3 系统工作原理

### 2.3.1 系统工作原理

#### 1). 往复式活塞式发动机的工作原理

- **进气行程：**活塞在曲轴的带动下由上止点移至下止点。此时排气门关闭，进气门开启。在活塞移动过程中，气缸容积逐渐增大，气缸内形成一定程序上的真空度。ECM控制燃油喷射器把汽油喷入进气管道，此时进气门打开，空气和汽油的混合物通过进气门被吸入气缸内，并在气缸内形成可燃混合气。
- **进气行程结束后，**曲轴继续带动活塞由下止点移至上止点。这时进排气门均关闭，随着活塞移动，气缸内的容积逐渐变小，由于气体是可以压缩的，气压缩后其温度迅速上升。
- **作功行程：**压缩行程结束时，ECM控制点火线圈的初级线圈回路断开，在次级产生感应高电压，高电压通过点火导线迅速传递到安装在气缸盖顶部的火花塞上面，最终高电压突破火花塞的间隙产生电火花，点燃气缸内的可燃混合气。火焰迅速传递至整个燃烧室，同时放出大量的热能。燃烧的气体体积急剧膨胀，压力和温度也同时升高，膨胀的力作用在活塞顶部，促使活塞由上止点移至下止点，并通过连杆使活塞的往复运动转化成旋转运动。此时，进排气门仍旧是关闭的。
- **排气行程：**排气行程开始时，排气门开启，进气门仍然关闭，曲轴通过连杆带动活塞由下止点移至上止点，此时膨胀过后的燃烧气体在其自身的残余压力和活塞的推动下，经排气门排出缸外。当活塞到达上止点时，排气行程结束，排气门关闭。

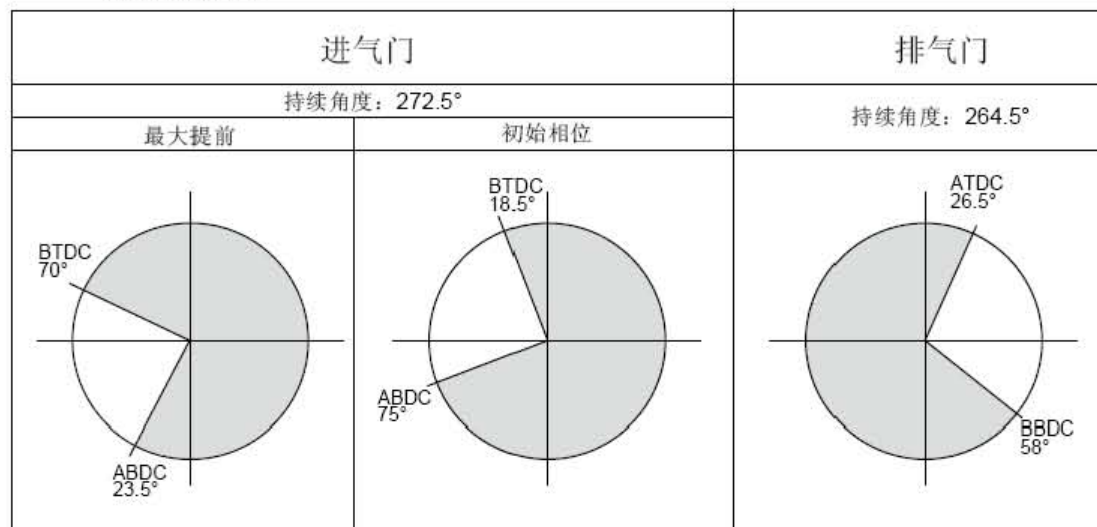
但在实际过程中，进气门早于上止点打开，迟于下止点关闭。这样设计的目的是为了进气更充分并减少在进气过程中所消耗的功。在排气过程中，排气门早于下止点开启，迟于上止点关闭。其目的是为了减少气缸内的混合气量和减少进气过程所消耗的功，同时由于进排气门有一定的重叠角度，即在一定的曲轴转角内进排气门同时打开，此时由于已经燃烧完成的气体通过排气门排出，形成一定的惯性，带动可燃混合气进入，这样一定程度上有利于进气更充分。但不是气门重叠的角度越大越好，在不同的工况下对气门的重叠角度要求不尽相同，因此也就有了本发动机采用的进气门可变气门正时，其目的是满足发动机在不同工况下对进气门开启角度的需求，这一功能是通过VVT系统实现的。

#### 2). VVT系统工作原理

VVT指Variable Valve Timing的缩写，是指可变气门正时系统。凡是有质量的东西都有惯性，被吸入发动机气缸的空气也因惯性，进气过程结束后保留进入气缸的趋势。这时如果延迟气门关闭时间，气缸可吸入更多的空气，可以提高体积效率。其结果是延迟气门关闭时间越长，高转速下的性能就越高；反之越是提前关闭气门，低转速下的运转越稳定，扭矩越大。

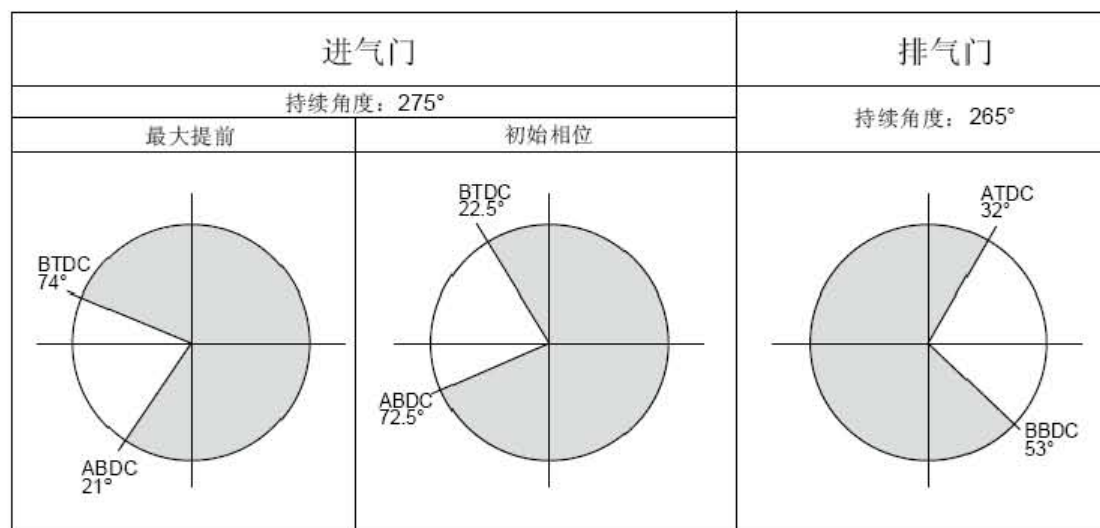


### A). 带VVT机构气门配气相位示意图 4G24发动机



TDC: 上止点 BDC: 下止点 ATDC: 上止点后 BTDC: 上止点前 ABDC: 下止点后 BBDC: 下止点前

### 4G20发动机



TDC: 上止点 BDC: 下止点 ATDC: 上止点后 BTDC: 上止点前 ABDC: 下止点后 BBDC: 下止点前

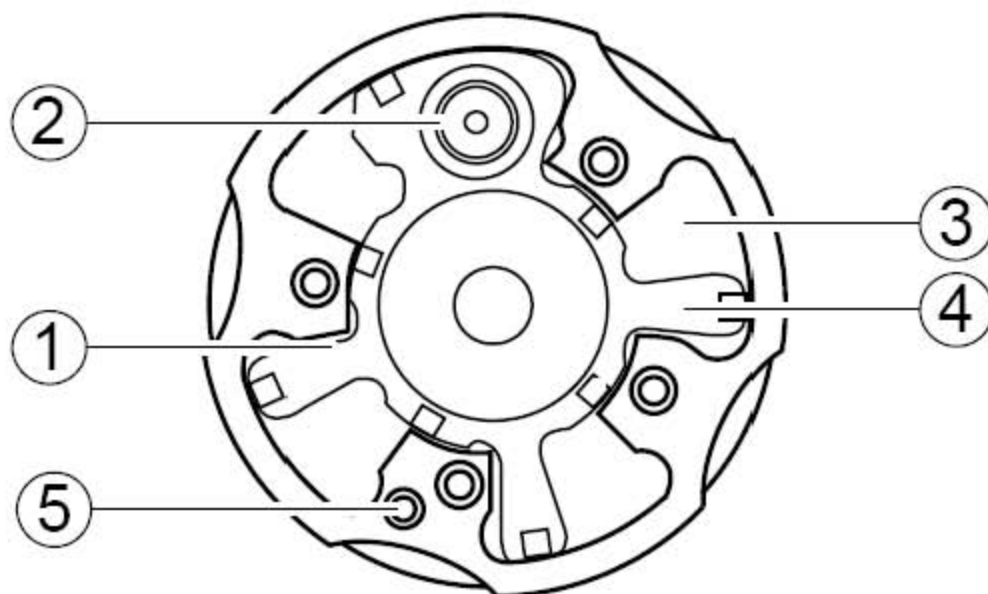
### B). VVT控制策略

驾驶条件	进气门正时	原因
低负荷时	滞后	稳定燃烧
高负荷, 高速时	滞后	提高输出特性
高负荷, 低速时	提前	提高扭矩
中速条件	提前	提高燃油消耗性能

### C). 提前过程

当发动机正常运行时, 机油泵产生的机油压力作用在OCV阀上。ECU对OCV阀采用脉宽调制信号的控制方式。当ECU需要VVT对相位调整处于最大提前

位置时，ECU控制VVT电磁阀开度为100%。此时机油压力作用在提前腔，VVT转子叶片产生顺时针的位移，最终停留在最大提前位置。  
怠速无负荷时VVT驱动器一般不发生偏转。



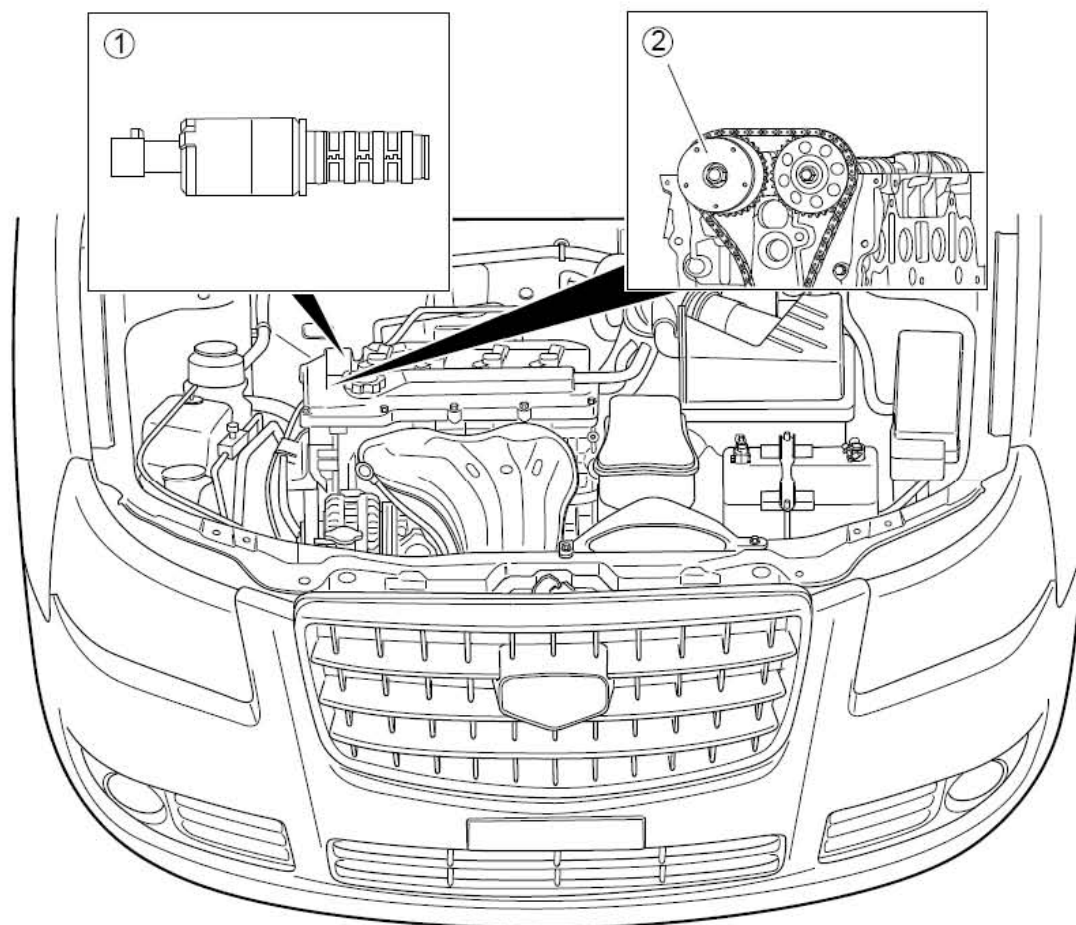
1、滞后腔 2、锁止销 3、提前腔 4、转子叶片 5、定子

#### D). 滞后过程

JL4G24发动机进气VVT驱动器只能使相位提前，滞后状态即为初始相位状态。

## 2.4 部件位置

### 2.4.1 部件位置图

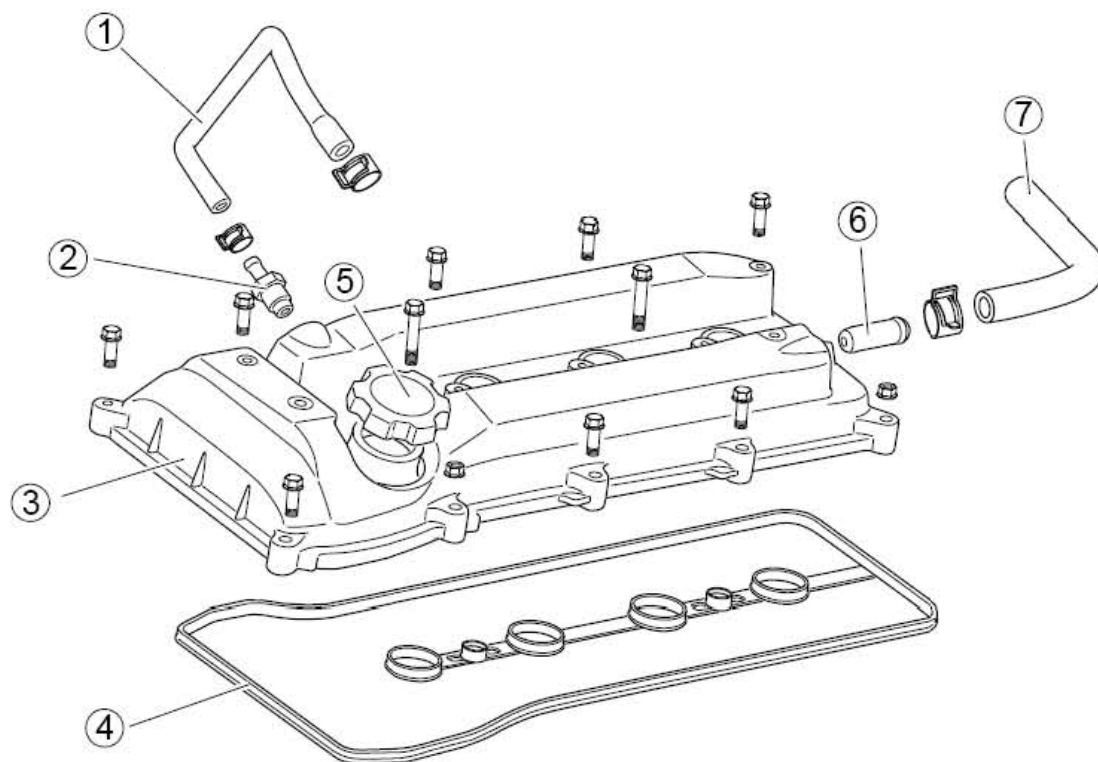


1、VVT执行器

2、VVT电磁阀

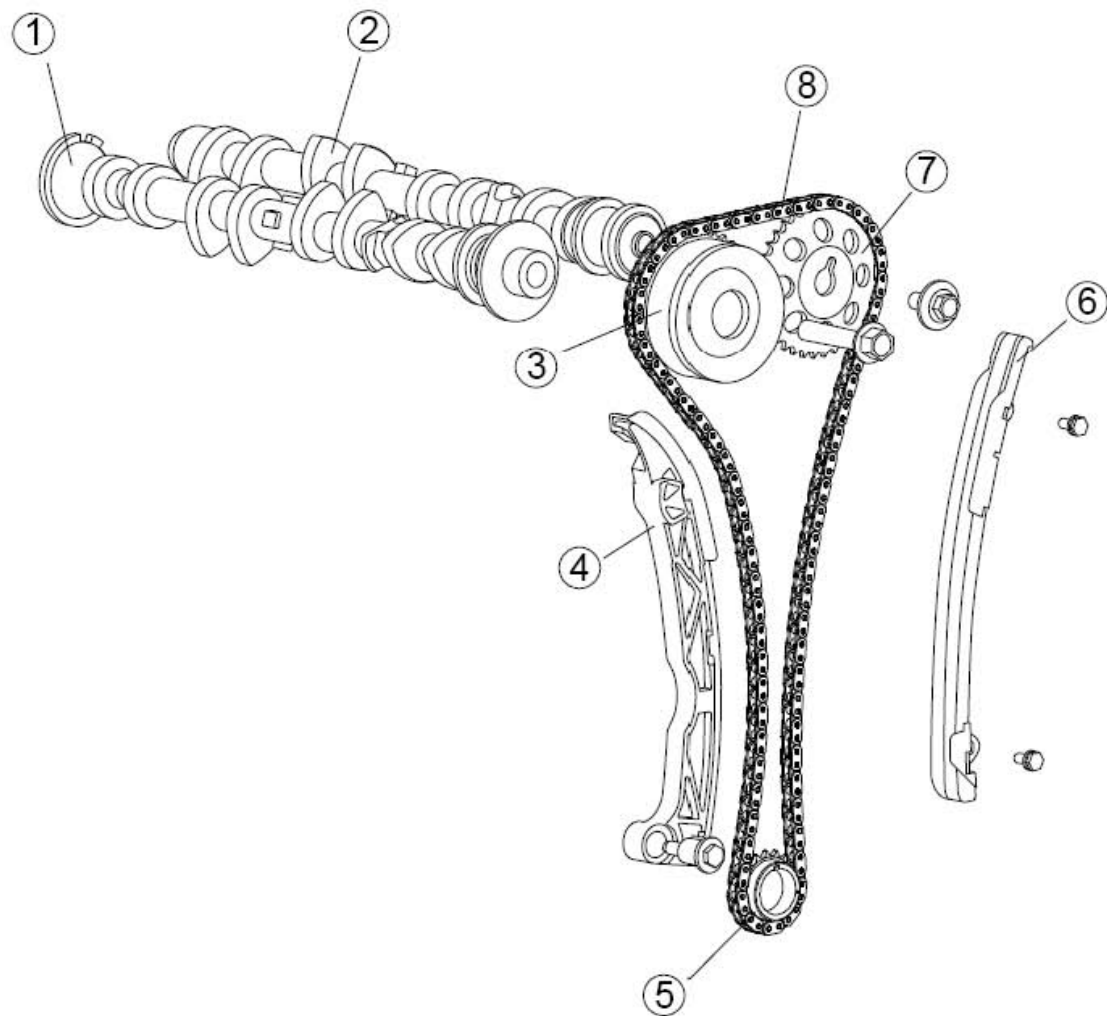
## 2.5 部件分解图

### 2.5.1 气缸盖罩组件



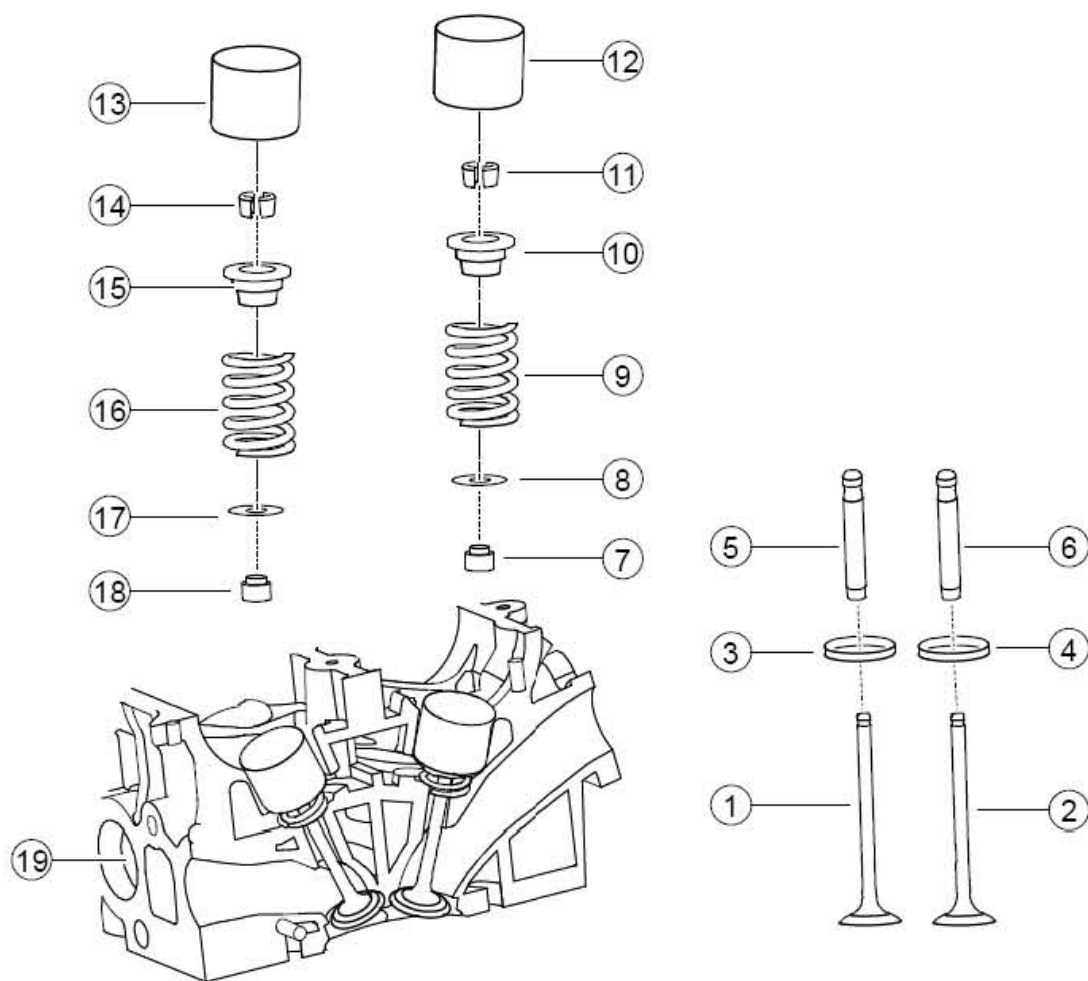
- 1、曲轴箱通风胶管 I
- 2、PCV阀组件
- 3、气缸盖罩
- 4、气缸盖罩密封垫
- 5、加机油孔盖组件
- 6、曲轴箱通风管
- 7、曲轴箱通风胶管 II

## 2.5.2 凸轮轴



- 1、进气凸轮轴
- 2、排气凸轮轴
- 3、VVT驱动器
- 4、正时链条张紧轨
- 5、曲轴正时链轮
- 6、正时链条导向规
- 7、排气凸轮轴正时链轮
- 8、正时链条

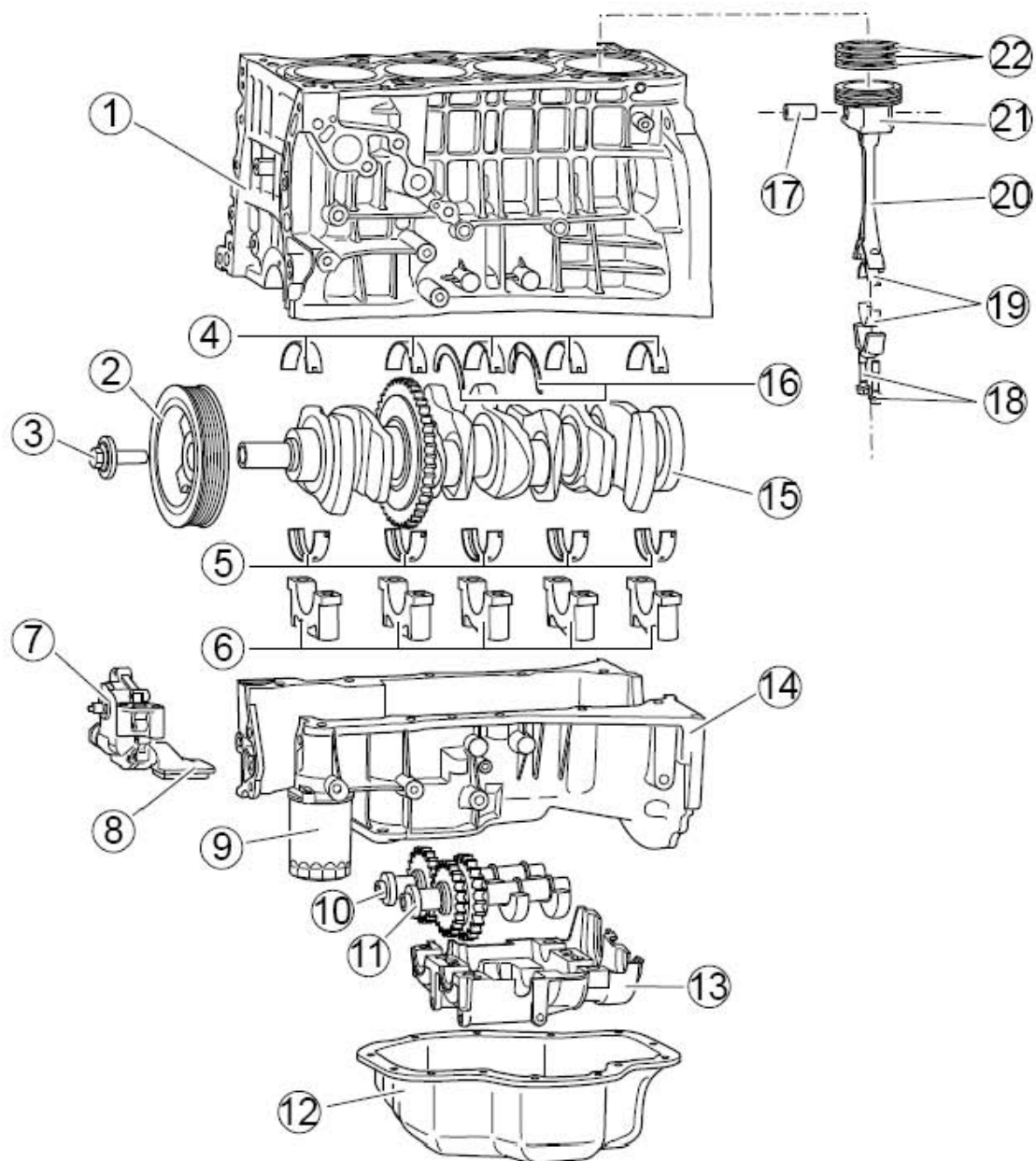
### 2.5.3 气缸盖总成



- 1、排气门
- 2、进气门
- 3、排气门座圈
- 4、进气门座圈
- 5、排气门导管
- 6、进气门导管
- 7、进气门油封
- 8、进气门弹簧垫片
- 9、进气门弹簧
- 10、进气门弹簧座
- 11、进气门锁片
- 12、进气门挺筒
- 13、排气门挺筒
- 14、排气门锁片
- 15、排气门弹簧座
- 16、排气门弹簧
- 17、排气门弹簧垫片
- 18、排气门油封

## 19、气缸盖

## 2.5.4 气缸体分解图



- 1、气缸体
- 2、减振皮带轮
- 3、减振皮带轮螺栓组件
- 4、主轴承（上）
- 5、主轴承（下）
- 6、主轴承盖
- 7、机油泵总成
- 8、机油集滤器
- 9、机油滤清器

- 10、平衡轴组件 II
- 11、平衡轴组件 I
- 12、油底壳
- 13、平衡轴轴承盖组件
- 14、曲轴箱体
- 15、曲轴
- 16、止推轴承
- 17、活塞销
- 18、连杆螺栓
- 19、连杆轴承
- 20、连杆
- 21、活塞
- 22、活塞环组件

## 2.6 电气原理示意图

### 2.6.1 电气原理示意图

