

汽车构造

发动机

曲柄连杆机构 } 机构
 配气机构 }
 燃油供给系 } 五大
 冷却系
 润滑系
 点火系
 起动系

底盘

传动系
 行驶系
 转向系
 制动系

车身

电器与电子设备

车辆识别代号 VIN

前3位 世界制造厂识别代号 WMI

中6位 车辆识别部分 VDS

后8位 (第10位) 第一位 指示年份 VIS

E4 EJ68W A V 5
 制造 配置 工厂 年 顺序
 美国 1.4 中国 L

1991-2000 MNP PSTUVWXY

2001-2010 1...A 2011-2020 B CDEFGHJKL

总体布置 FR 发动机前置后驱

FF 前置前驱

RR 后置后驱

MR 中置后驱

AWD 全轮驱动 前置

汽车分类

乘用车

载货 1 最大总质量 微 1.8T以下 轻 1.8-6T 中 6-14T 重 14T以上

越野 2 最大总质量 轻 中 重 超重

客车 6 车长 微 3.5 轻 3.5-7 中 7-10 大 10-12

轿车 7 排量 微 1L 中 高级 2.5-4L 高

首次 普通 1.6L 高级 4L 以上
 中 1.6-2.5

发动机型号编制

CA 7200 MT

CA 7231 AT

第一号 轿车 排量 2.3L
 第二号

手动/自动

缸数
 缸径
 缸径 mm

缸数
 缸径
 缸径 mm

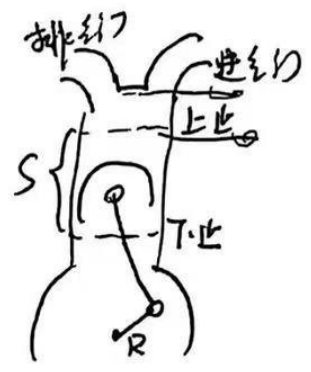
缸数
 缸径
 缸径 mm

缸数
 缸径
 缸径 mm

缸数
 缸径
 缸径 mm

发动机

上止点：活塞顶面与曲轴中心成最近时的止点
 下止点：... - 最近时
 上、下止点间距离 S 为活塞行程



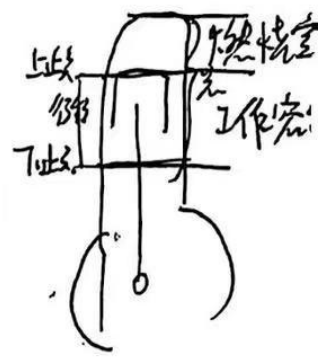
气缸工作容积：活塞运动一个行程所扫过容积

发动机排量：一台发动机全部气缸工作容积之和

$$V_{st}(L) = V_g = \frac{\pi D^2 (mm)}{4 \times 10^6} S (mm) \times \text{气缸数}$$

进气
 压缩
 做功
 排气

由上、下止点往返四个行程 曲轴转两周
 只有一个行程做功 剩下三个辅助



V_a 总容积 下止点活塞顶部以上容积

V_c 燃烧室容积 由上止点... 以上容积

压缩比 压缩前气缸气体最大容积与压缩后最小容积之比称为压缩比

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} \quad \text{汽油机一般为 } 8 \sim 11$$

爆燃：气体压力和温度过高在燃烧室离火花塞中心较远处未燃可燃混合气自燃而造成不正常燃烧

表面点火：由于燃烧室内炽热表面（如排气门头、火花塞电极、积炭）点燃混合气产生的不正常燃烧

总体构造

机体组（气缸盖 气缸体 油底壳）曲柄连杆 配气 进排气 点火 冷却 润滑

主要性能指标
 动力性能指标：有效转矩发动机通过飞轮对外输出的平均转矩 T_{eq} N·m
 有效功率 发动机通过飞轮对外输出的功率 P_e $P_e = T_{eq} \frac{2\pi n}{60} \times 10^{-3} = \frac{T_{eq} n}{9550}$
 升功率 发动机功率与缸径之比
 经济性能 $b_e = \frac{B}{P_e} \times 10^3$
 n (r/min)

发动机每发出1kW有效功率在1h内所消耗的燃油质量单位为g

B 为发动机在单位时间内耗油量 kg/h P_e (kW)

配气机构

充量系数 $\phi_c =$

$$\frac{M \text{ (每一工作循环进入气缸实际充量 (新鲜可燃混合气))}}{M_c \text{ (理论充量)}}$$

ϕ_c 功 ϕ_c

配气定时图 延长进、排气时间

气门传动组

凸轮轴
定时齿轮
挺杆
推杆
摇臂



上止点
排气进气同时开
后气门重叠
 $\alpha + \beta$

① VVT- α 可变配气正时系统

VTEC 可变气门配气正时系统
电子控制

凸轮不同凸轮轴位于一根凸轮轴

VVT 进气门 DWT 同时进气排气门

双顶置凸轮轴 DOHC

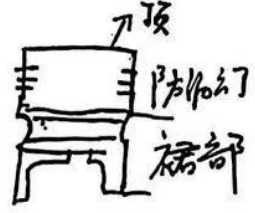
曲柄连杆
机体组

- 气缸体
- 气缸盖
- 气缸盖衬垫
- 油底壳

一般式 (主轴承与气缸体下表面同一面)
龙门式 气缸体... 以下
隧道式

活塞连杆组

活塞 受压 → 活塞销
连杆 曲轴



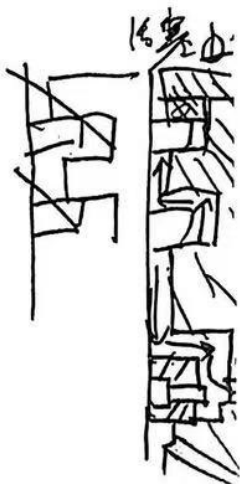
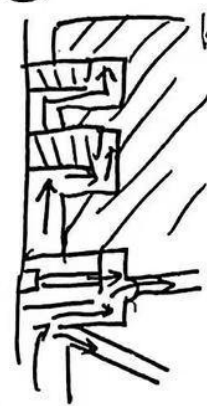
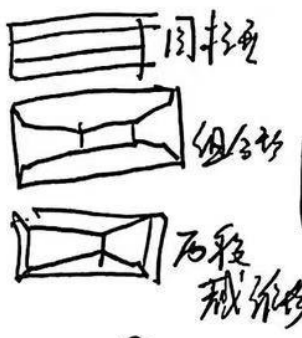
全浮式安装 半浮式安装



活塞环

气环 密封 传热
油环 刮油 辅助封气

活塞销
连杆



曲轴飞轮组

曲轴
飞轮



定位方式
止口定位
套筒定位
锯齿定位
受力大曲柄销直径大无使用平口

四缸机 发火次序 1-2-4-3 或 1-3-4-2

万向节 ^{不传递万向节实际传递}

- 等角速传动条件 ① 第一万向节两轴间夹角 α_1 与第二万向节两轴间夹角 α_2 相等
 ② 第一万向节从动叉与第二万向节主动叉在同一平面

球笼式万向节 特点：两轴夹角任意又传心钢球中心都在
 平分两轴夹角平面上，钢球主动轴和从动轴
 距离相等 等角速转

驱动桥 断开式 非断开式

主减速器作用 将输入转矩增大并相应降低转速 以及当发动机纵置时还具有改变转矩旋转方向的作用

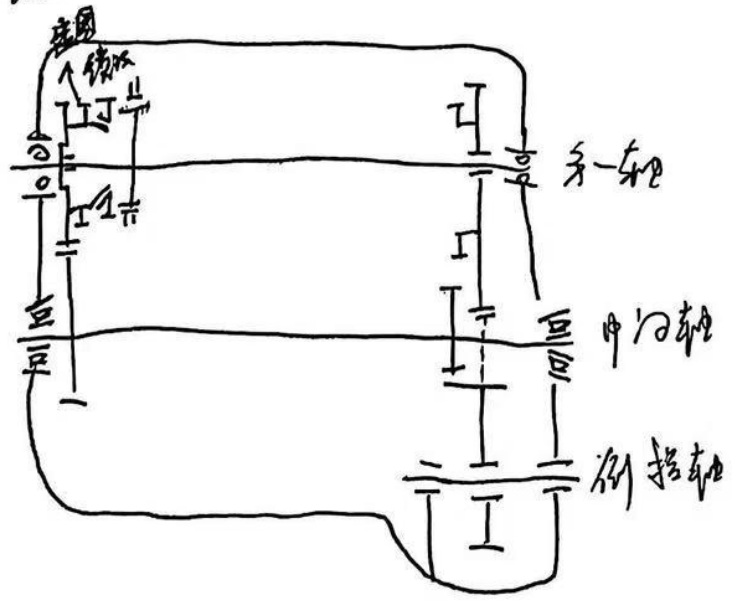
差速器

行星齿轮：两侧车轮能以相同车速转动 行星齿轮绕半轴转 公转
 两侧阻力不同 公转同时自转

半轴

全浮式：只传递转矩 不承受反力和弯矩

半浮式：既传递转矩又承受全部反力和弯矩 半轴套不直接连驱动桥壳



冷却系 { 风冷
水冷

冷却液 水与防冻剂混合

散热器 | 散热器盖

补偿水桶: 用软管与散热器加冷却液口上的溢流管连接

冷却风扇

冷却液受热膨胀 → 补偿水桶

水泵

冷却液降温 → 部分呢中回散热器

节温器:

低补 加不使超过上限

根据冷却液温度高低打开或关闭冷却液通向散热器通道

润滑系

功能: 减磨 减阻 清洁 冷却 密封 防锈

润滑方式: 压力润滑 (压力泵入)

飞溅润滑 (运动件溅起来油滴或油雾)

润滑脂 ~ 加润滑脂

组成: 机油泵 机油滤清器 机油冷却器 油底壳 集滤器

标号: SAE (美) 冬季 SAE 0W 5W 10W 15W 20W 25W

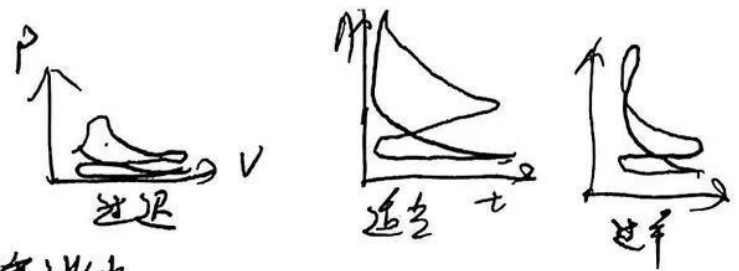
(黏度) 非 20 30 40 50

API (美石) 汽油机油 SA SB SC SD SE SF SG SH

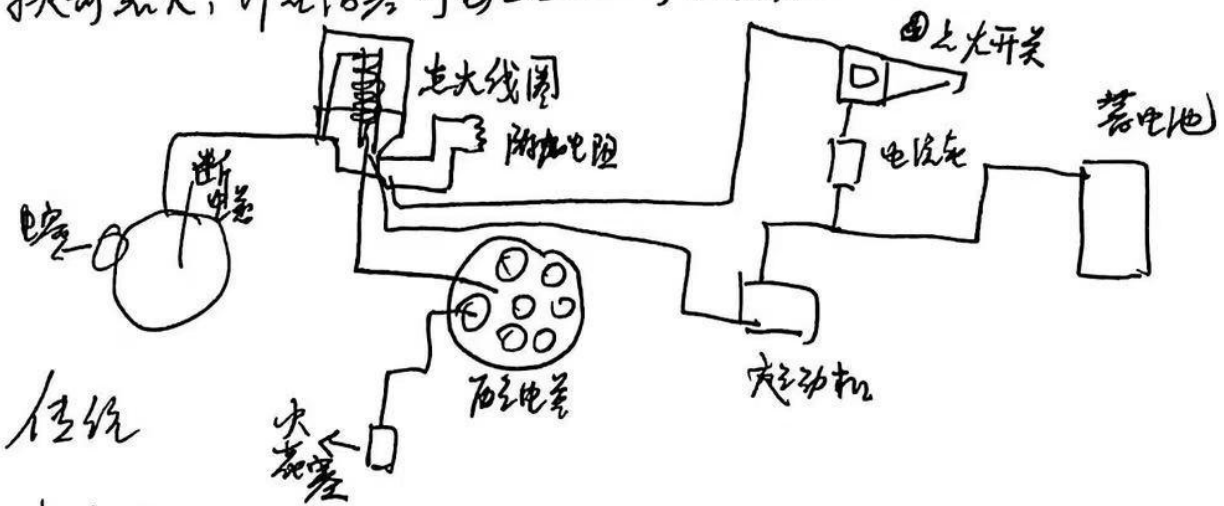
柴 -- CA CD ~ CE

越靠右性能越好

点火系 { 传统
电子
微机控制
磁电机



提前点火, 即在活塞到达上止点之前火花塞跳火

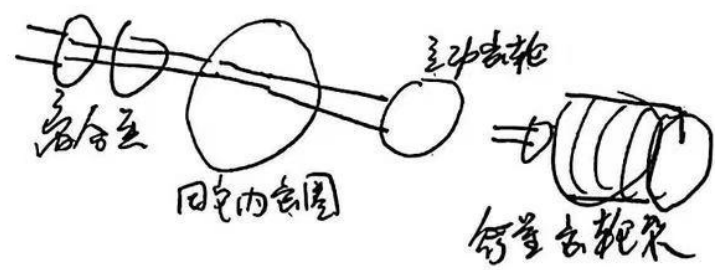


传统

点火开关
点火线圈
分电器 (断电器(白金), 配电器, 电嘴, 同步装置)
火花塞
电源

运动系 { 启动电动机
操纵机构
离合器

行星齿轮减速起动机



燃油供给系

可燃混合气中燃油含量多少称为可燃混合气浓度

燃油性能指标: { 挥发性 { 10% 冷启动性能
50% -- 中间馏分挥发性好坏 加速性能
90% 燃烧完全油耗 对润滑油损坏 沉积物
热值 每 1kg 燃料产生的热量
抗爆性 抵抗爆震能力 用辛烷值表示 越为抗爆性越好

空燃比: 空气与燃料质量比

理论空燃比 14.7 > 14.7 浓混合气 < 14.7 稀混合气

Φ_a 过量空气系数 = $\frac{\text{燃料 1kg 燃料实际供给的空气量}}{\text{完全燃烧 1kg 燃料所需的理论空气量}}$

$\Phi_a = 1$ 理论 $\Phi_a < 1$ 浓 $\Phi_a > 1$ 稀

电喷 (进气道的控制) 点火

柴油机燃油供给系

着火性 自燃能力 十六烷值评定个燃 精密
挥发性 50% -- 90% -- 95% 单偶件
粘度 凝点

三对

精密
单偶件

柱塞与柱塞套筒
出油阀与出油阀座
针阀与针阀体

发动机有害排放物控制系统

有害排放物 CO, HC, NOx 微粒

三元催化 CO HC NOx \rightarrow CO₂ H₂O N₂

柴油机排放控制系统 排气再循环 (EGR) 部分排气送回进气管 降低燃

尿素喷射系统 选择性催化还原技术 (SCR):

喷入还原剂氨或尿素 NH₃ 与 NOx 反应 \rightarrow N₂ H₂O

增压技术 机械增压: 发动机曲轴直接驱动压气机 提高进气压力

涡轮增压: 发动机排废气引入涡轮机 驱动压气机

电机驱动增压 { 电驱动压气机: 与涡轮增压一起 低负荷电 高负荷机械
电辅助涡轮增压 将电驱动集成到常规涡轮增压器中
e-Booster
e-Turbo

气液增压 利用排气压力使空气压缩

制动系

分类: 人力制动系统

伺服制动系统 人+发动机

动力制动系统 发动机

鼓式 领蹄: 张开时的旋转方向与制动鼓旋转方向相同 增势
从蹄: 相反 减势

盘式 纤维盘式

真空助力泵

转向系

转向盘转角增量与相应转向摇臂转角增量之比 i_{w1} 为转向盘角传动比

转向摇臂转角增量与转向盘所在一侧转向节转角增量之比 i_{w2} 为转向传动机构

转向盘与同侧转向节 i_{w} 转向系统 $i_{w} = i_{w1} i_{w2}$

转向盘输入功率与输出功率之比为转向系统效率

转向轴 → 摇臂 正效率 相反为逆效率 (回正, 打回)

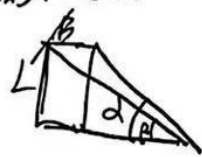
自由行程 转向盘 ($10^{\circ} \sim 15^{\circ}$)

齿条齿条式

循环球式 两次传动

端杆曲柄指销式

第一次减速杆指销传动副
理想转向条件
齿条齿条传动副



内轮 α 外轮 β
 $\square \quad \text{ctg} \alpha = \text{ctg} \beta + l/r$

电助力转向 EPAS/EPS

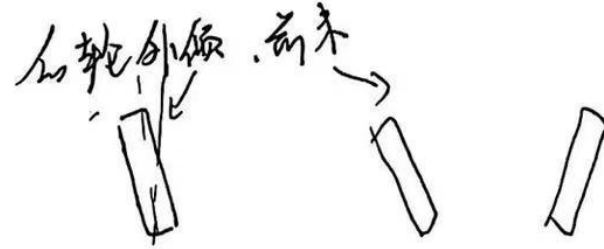
转向轮定位参数 四轮定位 6个参数

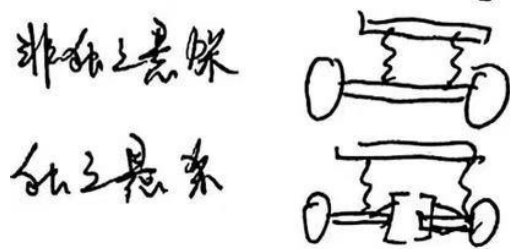
主销后倾角 

主销内倾 

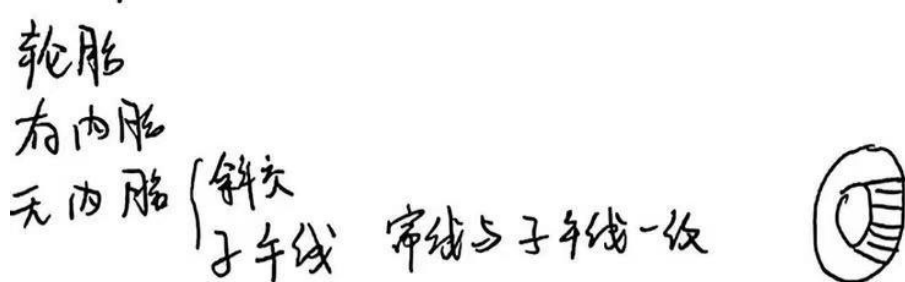
前轮外倾 

前轮前束 $\delta - \delta$





全主动：根据道路状况调节悬架刚度和阻尼
半主动：只改变阻尼



标号

LT	175	/70	R	13
轿车	标准宽度	扁平率	子午线	轮辋直径
P	215	/75	R	15
乘用车				

245/75 R16 → 最合适的

235/70 R16 (T)

扁平率 = 标准宽度

车身

非承载式 (仍有承载) 车身通过橡胶软垫或弹簧与车架柔性连接

半承载 由焊接钢板或铆钉与车架刚性连接

承载式 无车架

传动系

离合变速万向节驱动桥差速器半轴主减速器

作用: 减速增矩

变速

倒驶

必要时中断动力传递

两侧驱动桥车轮具有差速作用

离合器

作用: 保证平稳起步

保证换挡平顺

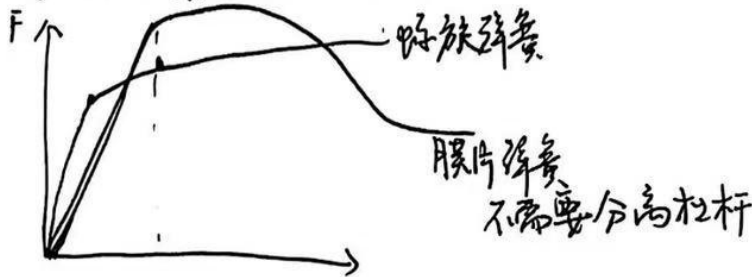
防止传动系统过载

接合或中断动力传递



作用: 减少传动系统受到的冲击载荷
避免共振

摩擦片磨损自由行程减小



变速器

MT 手动变速器 机械

AT 液力自动变速器

CVT 无极自动变速器 机械 金属带式

DCT 双离合变速器 DSG

AMT 电控机械变速器 手自一体

液力变矩器

锁止离合器



分离: 低速



直接传动

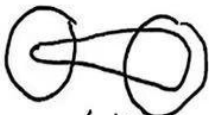
P档自锁轮与变速箱外壳相抵

三锁 自锁: 防自动脱档 全车锁止

互锁: 防止挂入两个档

倒档锁 防止误挂倒档

CVT



低档

左 右