

表 1-17 车辆润滑油加注位置及所用的润滑油

序号	润滑位置	润滑剂	序号	润滑位置	润滑剂
1	发动机	使用标有“API Service SG, SH 或 SJ”的高效发动机润滑油	11	离合器总泵推杆	多用途润滑脂
2	变速器	Genuine Honda ATF PREMIUM（高级自动变速器油）或 DEXRON II 或 III 自动变速器油	12	发动机盖铰链和发动机盖锁闩	
3	制动管路（包括 ABS）	DOT3 或 DOT4 ^① 制动液	13	蓄电池极桩	
4	离合器管路	DOT3 或 DOT4 ^① 制动液	14	燃油加注口盖	
5	动力转向齿轮箱	P/N 08773 - B070E 转向机润滑脂	15	行李箱铰链和锁闩	
6	释放拨叉（手动变速器）	润滑脂 UM264（P/N41211 - PY5 - 305）	16	车门上下铰链和锁闩	
7	换挡拉线或选挡拉线（手动变速器）		17	车门开启卡销	聚硅酮润滑脂
8	节气门拉线端部（仪表板下板孔处）	聚硅酮润滑脂	18	制动卡钳	
9	节气门拉线端（节气门操纵杆）	多用途润滑脂	19	动力转向系统	纯正的 Honda 动力转向油（V, II 或 S）
10	制动器总泵推杆		20	空调压缩机	压缩润滑油：NDOIL8（P/N38897 - PR7 - 003 或 38899 - PR7 - A01）所用的制冷剂为 HFC - 134a（R - 134a）

注：①建议使用纯正的 Honda 制动液。

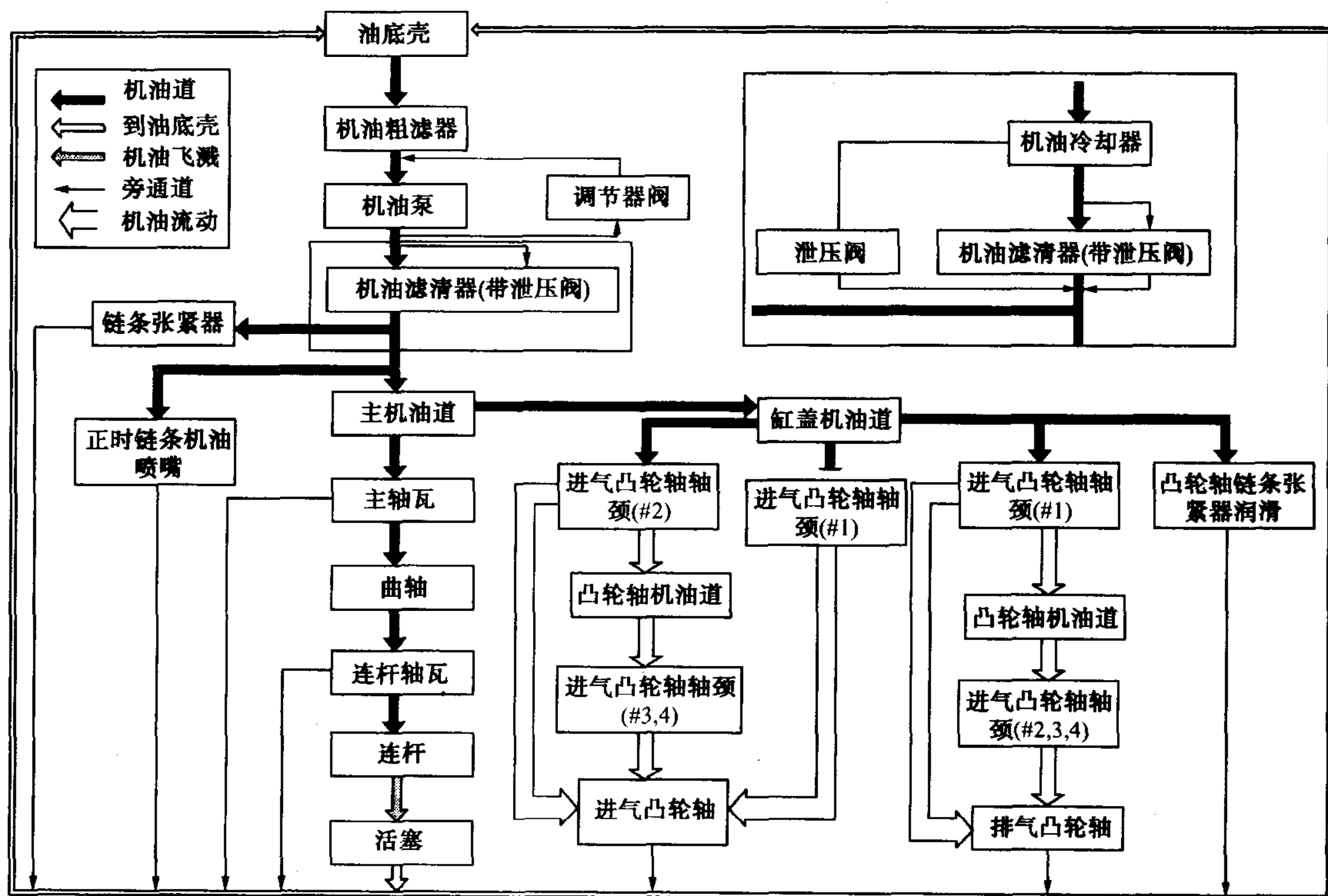


图 1-18 发动机润滑系统

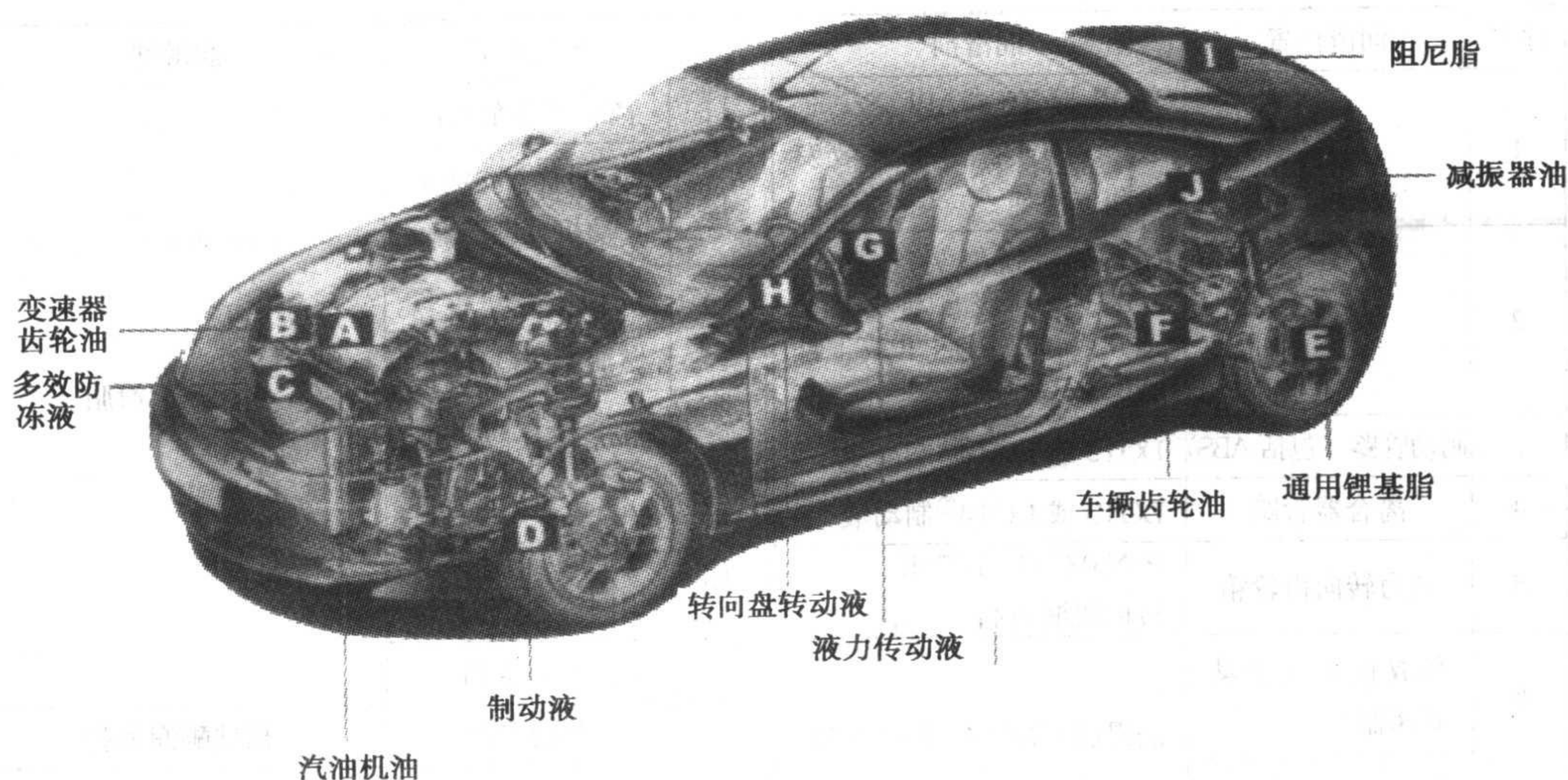


图 1-19 汽车用油部位

1.7.2 载货汽车润滑用油表

汽车及车辆的品种众多，结构不断更新改进，对安全性、环保、节能、舒适性各方面的要求日益苛刻，因此对润滑系统及润滑油不断提出新的要求，主要涉及发动机、底盘、变速器及自动变速器、传动轴、制动器及离合器、液压系统、各种轴承等有关总成和零部件的润滑。解放 CA1090 及东风 EQ1091 等同类车辆用油情况见表 1-18。

表 1-18 汽油汽车用油

润滑部位	润滑点数	用油名称	润滑周期
曲轴箱	1	10W - 30 SL 级汽油机油 (30SL 15W - 40 长江以南地区全年可使用， 寒区夏季使用)	每天检查油面，不足时添加，每行驶 10 000 ~ 15 000km清洗机件换油
离合器分离轴承	1	10W - 30 SL 级汽油机油 (30SL 15W - 40 长江以南地区全年可使用， 寒区夏季使用)	每行驶 5000 ~ 7000kg 用油壶注油 5 ~ 8g
分电器器凸轮衬套及 断电臂轴	2		每行驶 1000km 加注几滴
变速器	1	90、85W - 90、80W - 90GL - 5 车辆齿轮油	每行驶 5000 ~ 7000km，加油到注油孔 为止。换油期 50 000 ~ 100 000km
后桥	1		
转向器	1		
传动轴滚针轴承	3	2 号通用锂基脂	每行驶 1 500km 用油枪加注一次
后轮轮毂及前轮轮毂	各 2		每行驶 20 000 ~ 25 000km 清洗轴承换脂
水泵轴	1	2 号通用锂基脂或 2 号钙基脂	使用锂基脂，每行驶 2000 ~ 3000km 加脂； 使用钙基脂，每行驶 1000 ~ 2000km 加脂
变速器第一轴前球轴承	1	2 号通用锂基脂或 2 号钙基脂	每行驶 14 000km 加脂
分电器轴	1		每行驶 1000km 转动油杯盖

续表

润滑部位	润滑点数	用油名称	润滑周期
发电机	2	1 号复合钙基脂	每行驶 15 000~20 000km 换脂，如脂未硬化还可继续使用
前后钢板弹簧销	12	2 号通用锂基脂	每行驶 1000~2000km 加脂
前后制动器凸轮轴	6		
手制动蹄片轴	2		
转向节主销	1		
传动轴滑动叉、离合器踏板轴	各 1	2 号通用锂基脂	每行驶 3000~5000km 加脂
转向拉杆球销、传动轴中间支撑装置	各 1		
离合器分离叉	2		
分电器凸轮	1		每行驶 6000km 将毛毡浸少量润滑脂
空气过滤器	1	过滤后的废汽油机油	每行驶 1000km 清洗换油。在多尘土道路上行驶时，可缩短换油周期
筒式减振器	2	减振器油	每行驶 25 000km 或每年清洗换油
前、后及辅助钢板弹簧	6	石墨钙基脂	当钢板弹簧发出响声后涂脂或每行驶 6000~14 000km 在每片钢板弹簧表面涂脂

1.7.3 柴油机汽车润滑用油表

柴油汽车各部件用油情况见表 1-19。

表 1-19 柴油汽车用油

润滑部位	润滑点数	用油名称	润滑周期
曲轴箱	1	夏用 15W-40 CG-4 级柴油机，冬用 10W-30 CG-4 级柴油机油，全年全国通用 10W-40 CG-4。（长江以南可全年用 15W-40 CG-4）	每天检查，不足时加油，每行驶 10 000~15 000km 清洗换油
喷油泵调速器	1		
离合器分离轴承	1		每行驶 5000~7000km 加油
手制动杆座	1		每行驶 500~1000km 加油
加速器踏板轴	1		每行驶 2000km 加油
空气过滤器	1	过滤后的废柴油机油	每行驶 1000km 清洗换油，在多尘环境下行驶可缩短换油周期
转向节销	1	2 号通用锂基脂	每行驶 1000~2000km 加脂
前后制动凸轮轴	6		
前后钢板弹簧销	12		

续表

润滑部位	润滑点数	用油名称	润滑周期
转向器轴	1	2 号通用锂基脂	每行驶 3000~5000km 加脂
转向横、直拉杆球销、牵引装置、离合器踏板轴、手制动第一和二轴、变速器拉杆换挡轴、手制动棘轮轴、传动轴滑动叉	1		
离合器分离叉轴	2		
水泵轴	1	2 号通用锂基脂	使用钾基脂，每行驶 2000~3000km 加脂； 使用钙基脂，每行驶 1000~2000km 加脂
前后轮毂轴承	4		使用锂基脂，每行驶 20 000~25 000km 清洗轴承换脂；使用钙基脂，每行驶 10 000~15 000km清洗轴承换脂
蓄电池电极柱		工业凡士林	清除氧化物后涂抹，每季进行一次
减振器	1	减振器油	每行驶 6000~10 000km 加油，每年清洗换油一次
变速器、后桥主减速器、转向器	各 1		每行驶 5000~7000km 加油到注轴孔为止， 行驶 50 000~100 000km 换油
传动轴万向节轴承	1		每行驶 3000km 加油，20 000~30 000km 清洗轴承换油
圆锥主动齿轮轴承	1		
前后钢板弹簧		石墨钙基脂	当钢板弹簧发出响声后涂脂，或每行驶 6000~14 000km，每片钢板弹簧表面涂脂

注：参考黄河 151 用油。

1.7.4 建筑机械润滑用油表

建筑机械所用内燃机油、齿轮油、液压油液力传动油和汽车制动液见表 1-20。

表 1-20 建筑机械用内燃机油、齿轮油、液压油、液力传动油和汽车制动液（SH/T 0601—94）

序号	润滑油组别字母	润滑油品种	代号或牌号	应用场合
1	内燃机油 E	CG-4 或 CF-4 柴油机油 GB11122—97	30	适用于高速低增压或自然吸气非增压的柴油机润滑
2			40	
3			5W-30	
4			10W-30	
5			15-40	
6		CG-4 或 CF-4 柴油机油 GB11123—97	30	适用于要求高效地控制磨损和沉积物的高负荷增压柴油机的润滑
7			40	
8			5W-30	
9			10W-30	
10			15W-40	

续表

序号	润滑油组别字母	润滑油品种	代号或牌号	应用场合
11	齿轮油 C	普通车辆齿轮油 SH0350—92	90	适用于汽车手动变速器和曲线齿锥齿轮后桥的润滑
12			80W - 90	
13			85W - 90	
14		重负荷车辆齿轮油 (GL - 5) GB 13895—92	90	适用于在高速冲击负荷，高速低转矩和低速高转矩工况下使用的车辆齿轮。特别是客车和其他各种车辆的准双曲面齿轮驱动桥，也可用于手动变速器
15			140	
16			80W - 90	
17			85W - 90	
18			85W - 140	
19	液压油 H	HM GB11118.1—94	L - HM32	适用于低、中、高压液压系统，也可用于其他具有中等负荷的机械润滑部位
20			L - HM46	
21			L - HM68	
22		HV GB11118.1—94	L - HV32	适用于环境温度变化较大和野外作业的低、中、高压系统及其他中等负荷的机械润滑部位
23			L - HV46	
24		L - HS GB11118.1—94	L - HS46	适用于北方冬季，也可全国四季通用
25				
26	液压油 H	液力传动油②	—	适用于液力传动、变矩器、液力耦合器、动力换挡变速器
27	制动液	合成制动液 GB 12981—2003	HZY3	适用于机动车辆液压制动系统
28			HZY4	
29			HZY5	

注：①表 1 中所列产品均采用现有产品标准确定的产品名称、代号或牌号。
②液力传动油尚无国家标准，可根据机械制造厂的推荐，选用企业标准的 8 号或 6 号液力传动油。

第2章 汽车类型、构造和性能衰减根源

2.1 汽车的类型

汽车是借助于自身的动力装置驱动，且具有4个（或4个以上）车轮的非轨道无架线车辆。汽车的主要用途是运输，亦即载送人和货物或牵引载送人和货物的车辆。汽车区别于沿敷设的轨道或电力架线行驶的火车、有轨电车和无轨电车，进行农田作业的拖拉机，以及自走式工程机械。在分类统计时，二轮或三轮机动车（摩托车），具有武器和装甲的作战车辆不算汽车。

2.1.1 按用途分类

根据国家标准 GB/T3730.1—1988 的规定，可按用途把汽车分为普通运输汽车和专用汽车两大类，并可按照汽车的主要特征参数分级。

2.1.1.1 运输汽车

(1) 轿车

轿车是供个人使用的载送少量乘员的汽车。轿车按照发动机工作容积分级见表 2-1。

微型、普及型和中级 3 种级别的轿车的主要特点是尺寸较小，结构紧凑，前排座椅是较舒适的乘坐位置，而后排座椅通常供辅助用。因此，这些轿车最宜作为车主自己驾驶的家庭用车。

中高级和高级轿车的主要特点是尺寸大、装备齐全考究、性能优良，较舒适的座位设在后排。因此，这些轿车适于聘任驾驶员的社会上层人士使用。

(2) 客车

客车是供公共服务用的载送较多乘员的汽车。客车按照车辆总长度分级见表 2-2。

表 2-1 轿车按发动机工作容积分级

轿车分级	发动机工作容积 (L)
微型轿车	≤ 1.0
普及型轿车	$> 1.0 \sim \leq 1.6$
中级轿车	$> 1.6 \sim \leq 2.5$
中高级轿车	$> 2.5 \sim \leq 4.0$
高级轿车	> 4.0

表 2-2 客车按照车辆总长度分级

客车分级	车辆总长度 (m)
微型客车	≤ 3.5
轻型客车	$> 3.5 \sim \leq 7.0$
中型客车	$> 7.0 \sim \leq 10$
大型客车	$> 10 \sim \leq 12$
特大型客车	指铰接式客车和双层客车

(3) 货车

货车是载送货物的运输汽车，货车按照汽车的总质量分级，见表 2-3。

2.1.1.2 专用汽车

专用汽车是用基本车型改装，装上专用设备，完成专门运输任务或作业任务的汽车。按

其用途，专用汽车可分为运输型专用汽车和作业型专用汽车。

(1) 运输型专用汽车

运输型专用汽车的车身经过改装，用来运输专门的货物。例如运输易污货物的闭式车厢货车，运输易腐食品的冷藏车厢货车，运输砂土矿石的自卸汽车，运输大件货物的平台货车，运输液体、气体或粉状固体的罐车，此外还有挂车、半挂车、集装箱货车等。

(2) 作业型专用汽车

作业型专用汽车是在汽车上安装各种特殊设备进行特定作业的车辆。例如商业售货车、医疗救护车、公安消防车、环卫环保作业车、市政工程作业车、电视广播车、机场作业车、石油地质作业车、农牧副渔作业车等。

表 2-3 货车按汽车总质量分级

货车分级	汽车总质量 (t)
微型货车	≤1.8
轻型货车	>1.8~≤6.0
中型货车	>6.0~≤14
重型货车	>14

2.1.1.3 特殊用途汽车

(1) 娱乐汽车 (RV)

随着人民物质文化生活水平的不断提高，要求汽车不仅满足运输需要，而且还应满足精神生活需要。娱乐汽车的例子有装备卧具和炊具的旅游汽车（流动住房）、高尔夫球场专用汽车、海滩游玩汽车等。

(2) 竞赛汽车

竞赛汽车是按照特定的竞赛规范设计的汽车。著名的汽车竞赛有：一级方程式汽车竞赛、汽车拉力赛、勒芒 24 小时汽车耐力赛、印第安纳波里斯 500 汽车大赛、汽车冲刺赛等。由于在竞赛过程中汽车的整车及各种零部件的性能要经受极其严峻的考验，竞赛汽车都经过精心设计并集中使用了大量的尖端科技成果。举办汽车竞赛对促进汽车科技发展具有重要作用，也是各制造厂及赞助商进行广告宣传的好时机。

2.1.2 按动力装置类型分类

2.1.2.1 内燃机汽车

(1) 活塞式内燃机汽车

这种类型的汽车占绝大多数，主要以汽油和柴油为燃料。为解决石油资源不足的能源问题，各种代用燃料的开发与研究方兴未艾，例如：合成液体石油、液化石油气 (LPG)、压缩天然气 (CNG)、醇类等。

活塞式内燃机还可按活塞的运动方式分为往复活塞式和旋转活塞式等类型。

(2) 燃气轮机汽车

燃气轮机是涡轮式内燃机。与活塞式内燃机相比较，燃气轮机功率大、质量小、转矩特性好，对燃油没有严格限制，但耗油量较多、噪声较大、制造成本较高。燃气轮机汽车从未有过大批商品化产品。1964 年，英国人唐纳·坎贝尔曾驾驶这种汽车在澳大利亚干涸的爱尔湖以 648.71km/h 创造了当时的陆上车辆行驶速度最高世界纪录，这也是依靠车轮驱动（不依靠喷气驱动）的陆上车辆迄今所能达到的最高速度。

2.1.2.2 电动汽车 (EV)

电动汽车是指由电动机驱动并且自身装备供电能源（不包括供电架线）的车辆。

(1) 蓄电池式电动汽车 (ZEV)

由于传统的铅酸电池重量大、比能量低、充电时间长、寿命短，使这种电动汽车在车速和续驶里程等性能方面尚无法与轻巧强劲的内燃机汽车相媲美。然而，这种车辆却具有许多优点：不需石油燃料、零排放、操纵简便、噪声小以及可在特殊环境下（太空、海底、真空）工作。研制出轻巧、高效、价廉的蓄电池，是这种车辆进一步发展的关键。

(2) 燃料电池式电动汽车 (FCEV)

这种车辆是使燃料（例如醇类）在转化器中产生反应而释出氢气，再将氢气输到燃料电池中与氧气结合而发出电力，推动电机工作。该项技术问题已基本解决，但汽车的性能仍不及内燃机汽车，而且价格较昂贵。

(3) 复合车 (HEV)

复合车，或称复合动力源电动汽车，是装备两套动力源的车辆。这种车辆通常装有内燃机－发电机组以及蓄电池。汽车低负荷时，发电机组除向驱动汽车的电动机供电外，多余的电能存入蓄电池。汽车高负荷时，蓄电池也参与供能。这种车辆的优点是发电机组的内燃机的排量小而且经常处于最佳的稳定高效工况，其耗油量和排放仅是同级别内燃机汽车的1/3，而且克服了 ZEV 型电动汽车动力性差、续驶里程短的主要缺点。显然，复合车是使电动汽车和内燃机汽车两者扬长避短的折中式车型，虽然结构较复杂，如能大批生产以降低成本，则会有较好的发展前景。

2.1.2.3 喷气式汽车

这是依靠航空发动机或火箭发动机以及特殊燃料，并以喷气反作用力驱动的车式汽车。普通汽车和竞赛汽车都不允许采用这种结构形式，这种汽车只能用于创造速度纪录。1997年10月，英国的安迪·格林在美国内华达州黑岩沙漠驾驶“推力 SSC”喷气式汽车，以1227.73km/h（超过声速）创造了陆上车辆行驶速度的最高世界纪录。

2.1.3 按行驶道路条件分类

2.1.3.1 公路用车

指适于公路和城市道路上行驶的汽车。这种汽车的外廓尺寸（总长、总宽、总高）和单轴负荷等均受交通法规限制。

根据交通量及其使用任务、性质，我国公路划分为高速公路和一、二、三、四级公路（表2-4）。在公路网中起骨架作用的公路称为干线公路，起连接作用的称为支线公路。经国家确定的具有全国性政治、经济、国防意义的公路称为国家干线公路（国道）。国道采用3位数字编号。首位数字为1的，是指以北京为中心的国道；首位数字为2的，是南北方向（纵向）的国道；首位数字为3的，是东西方向（横向）的国道。

表 2-4 等级公路技术指标

公路等级	汽车专用公路								一般公路					
	高速公路				一级		二级		二级		三级		四级	
地形	平原 微丘	重丘	山岭		平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘
计算行车速度 (km/h)	120	100	80	60	100	60	80	40	80	40	60	30	40	20
行车道宽度 (m)	2× 7.5	2× 7.5	2× 7.5	2× 7.0	2× 7.5	2× 7.0	8.0	7.5	9.0	7.0	7.0	6.0	3.5	

续表

公路等级		汽车专用公路								一般公路					
		高速公路				一级		二级		二级		三级		四级	
路基宽 (m)	一般	26.0	24.5	23.0	21.5	24.5	21.5	11.0	9.0	12.0	8.5	8.5	7.5	6.5	
	变化	24.5	23.0	21.5	20.0	23.0	20.0	12.0	-	-	-	-	-	7.0	4.5
极限量最小半径 (m)		650	400	250	125	400	125	250	60	250	60	125	30	60	15
行车视距 (m)		210	160	110	75	160	75	110	40	110	40	75	30	40	20
最大纵坡 (%)		3	4	5	5	4	6	5	7	5	7	6	8	6	9

注：高速公路与一级公路在双向行车道之间设有 4.5 (3.5) m 的分隔带。

近几年，我国公路建设迅猛发展，公路运输繁荣兴旺。至 2003 年末，我国公路通车里程超过 181 万 km，其中高速公路达 3.0 万 km，居世界第二，通车总里程跃居世界第三位（位于美国、加拿大之后）。

2.1.3.2 非公路用车

分为两类：一类是其外廓尺寸和单轴负荷等参数超过公路用车法规的限制，只能在矿山、机场、工地、专用道路等非公路地区使用；另一类是能在无路地面上行驶的高通过性汽车，称为越野汽车。越野汽车可以是轿车、客车、货车或其他用途的汽车。根据国家标准 GB/T3730.1—1988 的规定，越野汽车按总质量分级见表 2-5。

表 2-5 越野车按总质量分级

越野汽车分级	汽车总质量 (t)
轻型越野汽车	≤5.0
中型越野汽车	>5.0~≤13
重型越野汽车	>13

2.1.4 按行驶机构的特征分类

2.1.4.1 轮式汽车

通常可分为非全轮驱动和全轮驱动两种形式。汽车的驱动形式一般用符号“ $n \times m$ ”表示，其中 n 为车轮总数（装在同一个轮毂上的双轮胎仍算 1 个车轮）， m 为驱动轮数。例如，普通轿车和大多数汽车通常属 4×2 （非全轮驱动）类型，而越野汽车属全轮驱动类型，有 4×4 （BJ2020 型轻型越野汽车）、 6×6 （EQ2080 型中型越野汽车）、 8×8 （JN2182 型重型越野汽车）等。

2.1.4.2 其他类型行驶机构的车辆

如履带式、雪橇式车辆，从广义上还可包括气垫式、步行式等无轮的车辆。

2.2 国产汽车产品型号编制规则

按照国家标准 GB/T 9417—1988，国产汽车型号应能表明其厂牌、类型和主要特征参数等。该型号由拼音字母和阿拉伯数字组成，包括首部、中部和尾部三部分。

首部——由 2 个或 3 个拼音字母组成，是识别企业的代号。如 CA 代表一汽，EQ 代表二汽，BJ 代表北京等。

中部——由 4 位阿拉伯数字组成，分为首位、中间两位和末位数字三部分，其含义如表2-6所示。

表 2-6 汽车型号中部 4 位阿拉伯数字的含义

首位数字 (1-9) 表示车辆类别		中间两位数字表示各类汽车的主要特征参数	末位数字
1	表示载货汽车	数字表示汽车的总质量 * (t)	表示企业自定序号
2	表示越野汽车		
3	表示自卸汽车		
4	表示牵引汽车		
5	表示专用汽车		
6	表示客车	数字×0.1m 表示车辆的总长度 * *	
7	表示轿车	数字×0.1L 表示发动机工作容积	
8	(暂缺)		
9	表示半挂车或专用半挂车	数字表示汽车的总质量 (t)	

注：* 汽车总质量超过 100t，允许用 3 位数字。

* * 汽车总长度大于 10m，数字×1m。

尾部——由拼音字母或加上阿拉伯数字组成，可表示变型车与基本型的区别或专用汽车的分类。

例如：型号 CA1092 表示第一汽车厂生产的货车，总质量 9t，末位数字 2 表示在原车型 CA1091 的基础上改进的新型。型号 CA7226L 表示第一汽车厂生产的轿车，发动机工作容积 2.2L，序号 6 表示 5 缸发动机的车型，尾部字母 L 表示加长型（小红旗加长型中级轿车）。

2.3 汽车总体构造

汽车通常由发动机、底盘、车身、电气设备 4 部分组成。典型的轿车总体构造如图 2-1 所示。

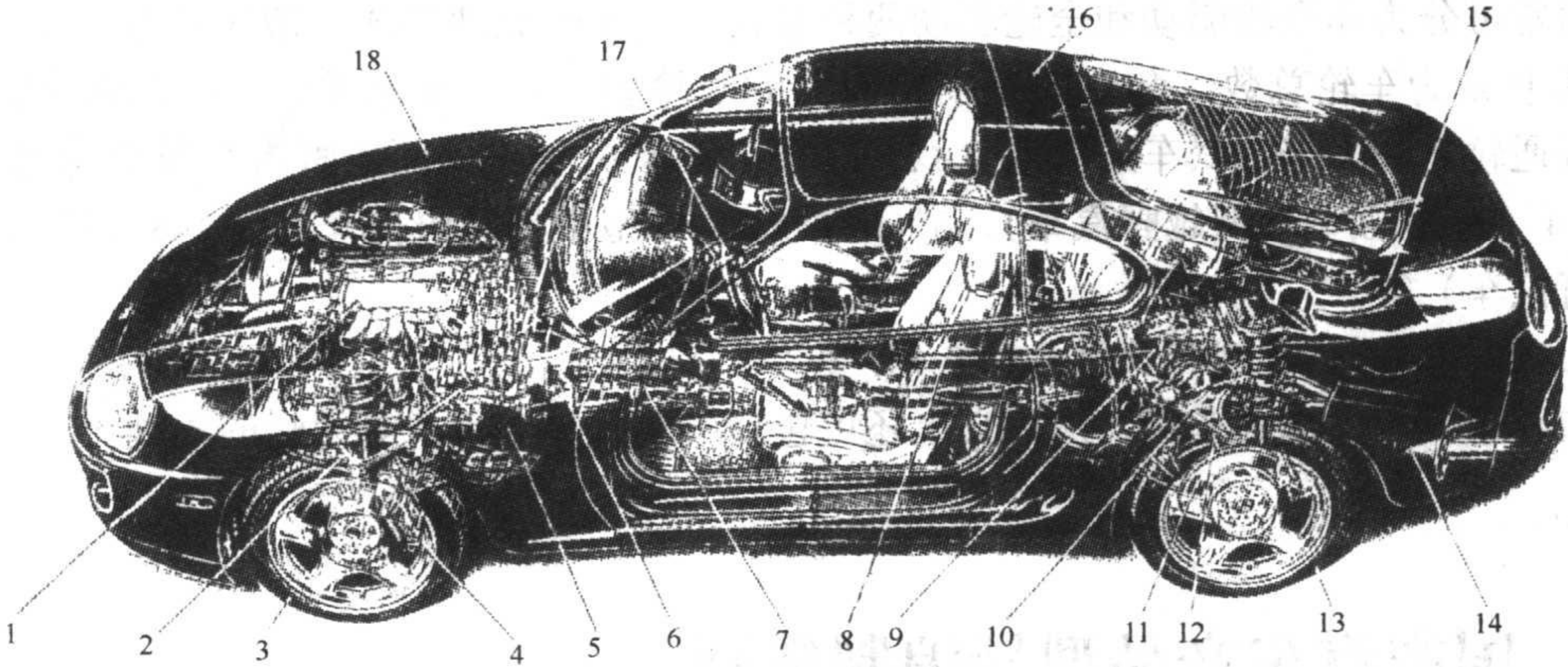


图 2-1 典型轿车的总体构造

- 1-发动机；2-前悬架；3-前轮；4-前轮制动器；5-副车架；6-离合器；7-变速器；8-传动轴；9-主减速器及差速器；10-后悬架；11-后轮制动器；12-传动轴（半轴）；13-后轮；14-消声器；15-油箱；16-车身；17-转向盘；18-车前板制件

发动机的作用是使输进气缸内的燃料燃烧而发出动力。现代汽车广泛应用往复活塞式内燃机，它一般由机体、曲柄连杆机构、配气机构、燃油供给系统、冷却系统、润滑系统、点火系统（汽车发动机采用）、起动系统等部分组成。

底盘接受发动机的动力，使汽车产生运动，并保证汽车按照驾驶员的操纵正常行驶。底盘由下列部分组成：

传动系统——将发动机 1 的动力传给驱动车轮 13。如图 2-1 所示，传动系统包括离合器 6、变速器 7、传动轴 8、主减速器及差速器 9、传动轴（半轴）12 等部分。

行驶系统——使汽车各总成及部件安装在适当位置，对全车起支撑作用和对路面起附着作用，缓和道路冲击和振动。它包括支撑全车的承载式车身 16 及副车架 5、前悬架 2、前轮 3、后悬架 10、后轮 13 等部分。

转向系统——使汽车按驾驶员选定的方向行驶。它由带转向盘 17 的转向器及转向传动机构组成，有的汽车还有转向助力装置。

制动系统——使汽车减速或停车，并可保证驾驶员离去后汽车可靠地停驻。它包括前轮制动器 4、后轮制动器 11 以及控制装置、传动装置和供能装置。

车身是驾驶员的工作场所，也是装载乘客和货物的部件。它包括车前板制件（俗称车头）18、车身本体 16、还包括货车的驾驶室和货箱以及某些汽车上的专用作业设备。

电气设备包括电源组、发动机起动系统和点火系统、汽车照明和信号装置、仪表、导航系统、电视、音响、电话等，还有电子设备、微处理机、中央计算机及各种人工智能装置等。

为满足不同使用要求，汽车的总体构造和布置形式可以各不相同。按发动机和各个总成的相对位置不同，现代汽车的布置形式通常有如下 5 种（图 2-2）：

发动机前置后轮驱动（FR）——是传统的布置形式，大多数货车、部分轿车和部分客车采用这种形式。

发动机前置前轮驱动（FF）——是在轿车上盛行的布置形式，具有结构紧凑、减少轿车质量、降低地板高度、改善高速行驶时的操纵稳定性等优点。

发动机后置后轮驱动（RR）——是目前大、中型客车盛行的布置形式，具有降低室内噪声、有利于车身内部布置等优点，少数轿车也采用这种形式。

发动机中置后轮驱动（MR）——是目前大多数跑车及方程式赛车所采用的形式。由于汽车采用功率和尺寸很大的发动机，将发动机布置在驾驶员坐椅之后和后轴之前有利于获得最佳轴荷分配和提高汽车性能。此外，某些大、中型客车也采用这种布置形式，把配备的卧式发动机装在地板下面。

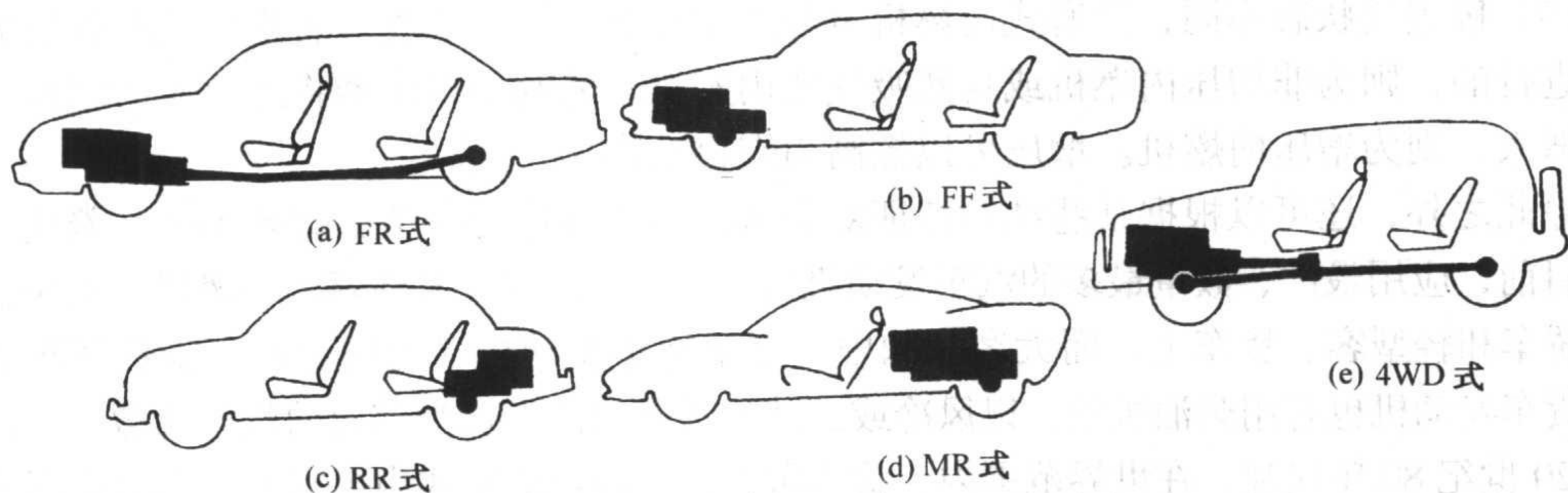


图 2-2 现代汽车的布置形式

全轮驱动 (nWD) ——是越野汽车独有的形式, 通常发动机前置, 在变速器后面装有分动器, 以便动力分别输送到全部车轮上。

2.4 汽车发动机

2.4.1 汽车发动机的类型

发动机是汽车的动力源。迄今为止除为数不多的电动汽车外, 汽车发动机都是热能动力装置, 或简称热机。在热机中借助工质的状态变化将燃烧产生的热能转变为机械能。

热机有内燃机和外燃机两种。直接以燃料燃烧所生成的燃烧产物为工质的热机为内燃机, 反之则为外燃机。内燃机包括活塞式内燃机和燃气轮机。外燃机则包括蒸汽机、汽轮机和热气机 (也称斯特灵发动机) 等。内燃机与外燃机相比, 具有结构紧凑、体积小、质量轻和容易起动等许多优点。因此, 内燃机尤其是活塞式内燃机被极其广泛地用做汽车动力。

活塞式内燃机可按不同方法进行分类。

(1) 按活塞运动方式的不同, 活塞式内燃机可分为往复活塞式和旋转活塞式两种。前者活塞在气缸内作往复直线运动, 后者活塞在气缸内作旋转运动。

(2) 根据所用燃料种类, 活塞式内燃机主要分为汽油机、柴油机和气体燃料发动机三类。以汽油和柴油为燃料的活塞式内燃机分别称做汽油机和柴油机。使用天然气、液化石油气和其他气体燃料的活塞式内燃机称做气体燃料发动机。

汽油和柴油都是石油制品, 是汽车发动机的传统燃料。非石油燃料称做代用燃料。燃用代用燃料的发动机称做代用燃料发动机, 如酒精发动机、氢气发动机、甲醇发动机等。代用燃料最终能否在汽车上大规模使用取决于许多因素, 诸如获取这些代用燃料的方法及生产成本, 是否便于在汽车上储存和携带, 以及是否有利于改善环境等。

(3) 按冷却方式的不同, 活塞式内燃机分为水冷式和风冷式两种。以水或冷却液为冷却介质的称做水冷式内燃机, 而以空气为冷却介质的则称做风冷式内燃机。

(4) 往复活塞式内燃机还按其在一个工作循环期间活塞往复运动的行程数进行分类。活塞式内燃机每完成一个工作循环, 便对外做功一次, 不断地完成工作循环, 才使热能连续地转变为机械能。在一个工作循环中活塞往复四个行程的内燃机称做四冲程往复活塞式内燃机, 而活塞往复两个行程便完成一个工作循环的则称做二冲程往复活塞式内燃机。

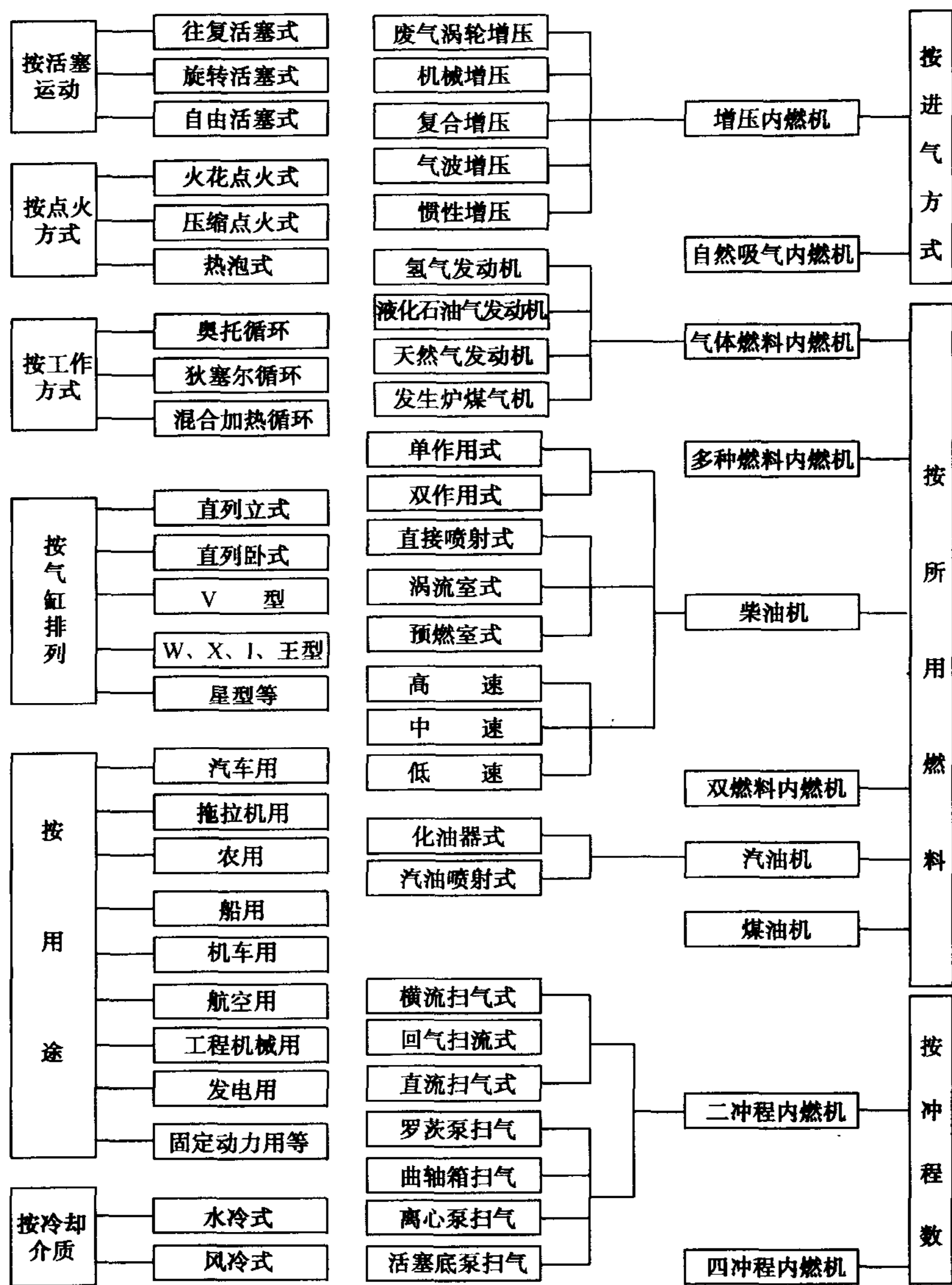
(5) 按进气状态不同, 活塞式内燃机可分为增压和非增压两类。若进气是在接近大气状态下进行的, 则为非增压内燃机或自然吸气式内燃机; 若利用增压器将进气压力增高, 进气密度增大, 则为增压内燃机。增压可以提高内燃机功率。

除此之外, 还可以根据某些结构特征对活塞式内燃机进行分类, 此处不一一赘述。

目前, 应用最广、数量最多的汽车发动机为水冷、四冲程往复活塞式内燃机, 其中汽油机用于轿车和轻型客、货车上, 而大客车和中、重型货车发动机多为柴油机。少数轿车和轻型客、货车发动机也有用柴油机的。以风冷或二冲程活塞式内燃机为动力的汽车为数不多。特别是从 20 世纪 80 年代起, 在世界范围内, 就不再有以二冲程活塞式内燃机为动力的轿车了。

随着交通密度的不断增加, 对汽车加速性能的要求越高。这意味着应该提高内燃机的功率。因此, 近年来增压内燃机备受重视, 并得到长足的发展。内燃机的详细分类见表 2-7。

表 2-7 内燃机分类表



2.4.2 往复活塞式内燃机的基本结构

往复活塞式内燃机的工作腔称做气缸，气缸内表面为圆柱形。在气缸内作往复运动的活塞通过活塞销与连杆的一端铰接，连杆的另一端则与曲轴相连，构成曲柄连杆机构（图2-3）。因此，当活塞在气缸内作往复运动时，连杆便推动曲轴旋转，或者相反。同时，工作腔的容积也在不断地由最小变到最大，再由最大变到最小，如此循环不已。

气缸的顶端用气缸盖封闭。在气缸盖上装有进气门和排气门，进、排气门是头朝下尾朝上倒挂在气缸顶端的。通过进、排气门的开闭实现向气缸内充气和向气缸外排气。进、排气门的开闭由凸轮轴控制。凸轮轴由曲轴通过齿形带或齿轮或链条驱动。进排气门和凸轮轴以及其他一些零件共同组成配气机构。通常称这种结构形式的配气机构为顶置气门配气机构。现代汽车内燃机无一例外地都采用顶置气门配气机构。

构成气缸的零件称做气缸体，支撑曲轴的零件称做曲轴箱，气缸体与曲轴箱的连铸体称做机体。

2.4.3 基本术语

2.4.3.1 工作循环

活塞式内燃机的工作循环是由进气、压缩、作功和排气四个工作过程序组成的封闭过程。周而复始地进行这些过程，内燃机才能持续地作功。

2.4.3.2 上、下止点

活塞顶离曲轴回转中心最远处为上止点；活塞顶离曲轴回转中心最近处为下止点（图2-4）。在上、下止点处，活塞的运动速度为零。

2.4.3.3 活塞行程

上、下止点间的距离 S 称为活塞行程。曲轴的回转半径 R 称为曲柄半径。显然，曲轴每回转一周，活塞移动两个活塞行程。对于气缸中心线通过曲轴回转中心的内燃机，其 $S=2R$ 。

2.4.3.4 气缸工作容积

上、下止点间所包容的气缸容积称为气缸工作容积，记作 V_S 。

$$V_S = \frac{\pi D^2}{4 \times 10^6} \cdot S \quad (\text{L})$$

式中 D ——气缸直径，mm；

S ——活塞行程，mm。

2.4.3.5 内燃机排量

内燃机所有气缸工作容积的总和称为内燃机排量，记作 V_L 。

$$V_L = i V_S \quad (\text{L})$$

式中 i ——气缸数；

V_S ——气缸工作容积，L。

2.4.3.6 燃烧室容积

活塞位于上止点时，活塞顶面以上气缸盖底面以下所形成的空间称为燃烧室，其容积称为燃烧室容积，记作 V_C 。

2.4.3.7 气缸总容积

气缸工作容积与燃烧室容积之和为气缸总容积，记作 V_a 。

$$V_a = V_S + V_C$$

2.4.3.8 压缩比

气缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比，记作 ϵ

$$\epsilon = \frac{V_a}{V_C} = 1 + \frac{V_S}{V_C}$$

压缩比的大小表示活塞由下止点运动到上止点时，气缸内的气体被压缩的程度。压缩比越大，压缩终了时气缸内的气体压力和温度就越高。

2.4.3.9 工况

内燃机在某一时刻的运行状况，以该时刻内燃机输出的有效功率和曲轴转速表示。曲轴转速即为内燃机转速。

2.4.3.10 负荷率

内燃机在某一转速下发出的有效功率与相同转速下所能发出的最大有效功率的比值称为负荷率，以百分数表示。负荷率通常简称负荷。

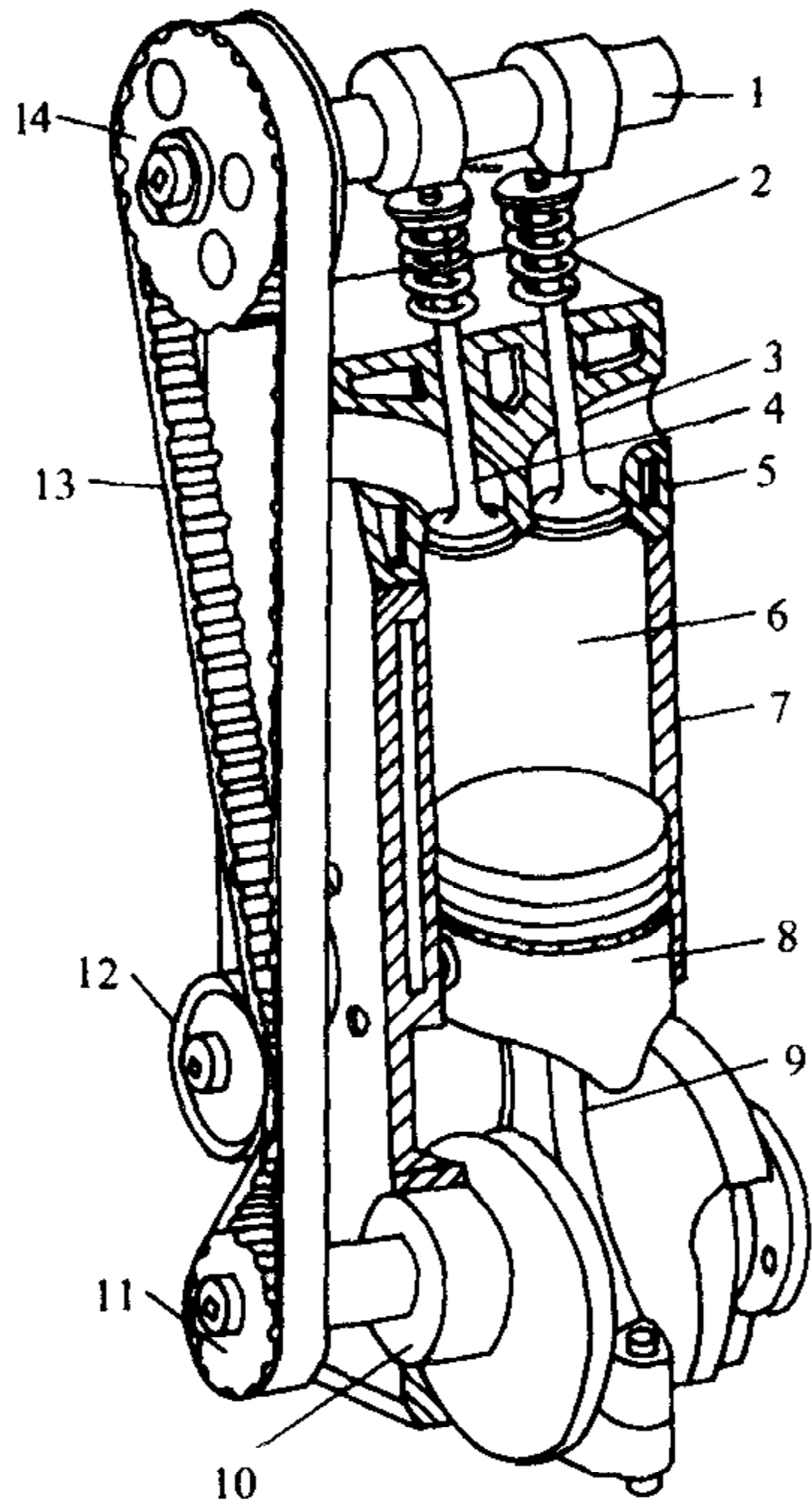


图 2-3 往复活塞式内燃机的基本结构

1-凸轮轴；2-气门弹簧；3-进气门；4-排气门；5-气缸盖；6-气缸；7-机体；8-活塞；9-连杆；10-曲轴；11-曲轴齿形带轮；12-张紧轮；13-齿形带；14-凸轮轴齿形带轮

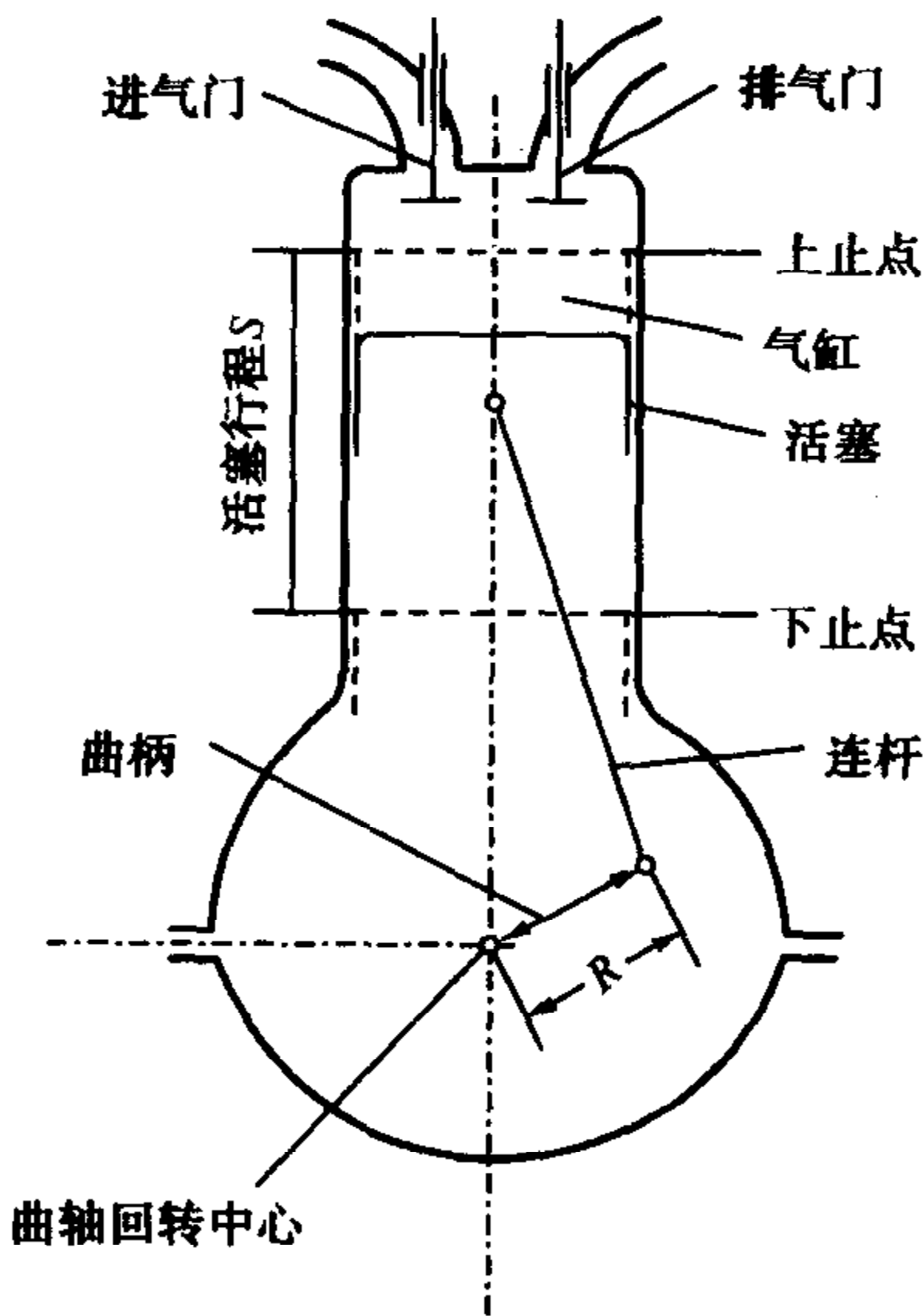


图 2-4 往复活塞式内燃机示意图

2.4.4 往复活塞式内燃机工作原理

2.4.4.1 四冲程汽油机工作原理

四冲程往复活塞式内燃机在四个活塞行程内完成进气、压缩、作功和排气四个过程，即在一个活塞行程内只进行一个过程。因此，活塞行程可分别用四个过程命名。

(1) 进气行程 (图 2-5a)

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，气缸内形成一定的真空度，空气和汽油的混合物通过进气门被吸入气缸，并在缸内进一步混合形成可燃混合气。

因为进气系统有阻力，所以进气缸内气体压力低于大气压力，约为 $0.08 \sim 0.09 \text{MPa}$ 。由于进气门、气缸壁、活塞等高温零件以及前一个循环残留在气缸内的高温废气对混合气的加热，致使进气终了时气缸内的气体温度高于大气温度，约为 $320 \sim 380 \text{K}$ 。

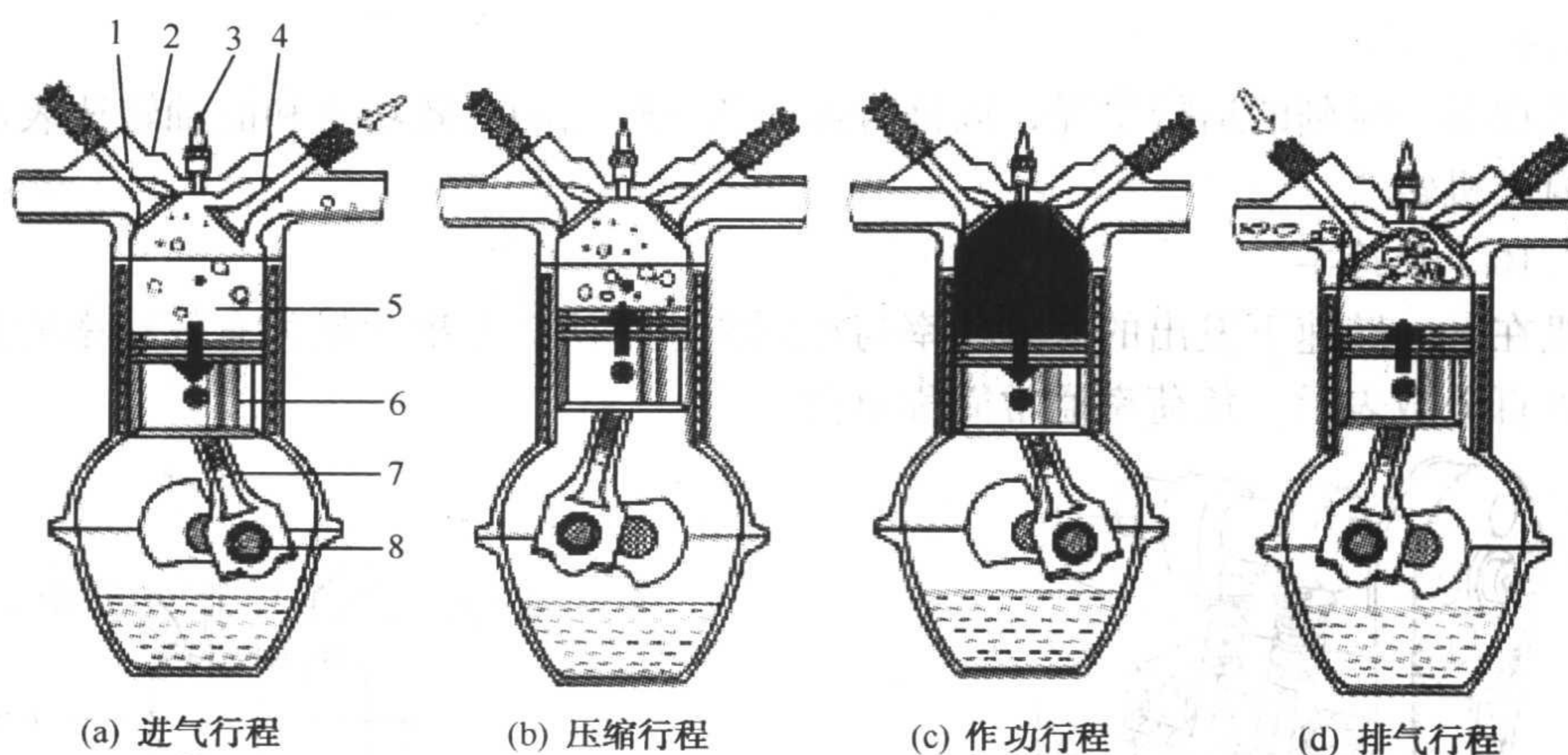


图 2-5 四冲程汽油机工作原理示意图

1-排气门；2-气缸盖；3-火花塞；4-进气门；5-气缸；6-活塞；7-连杆；8-曲轴

气缸内的气体压力随气缸容积或曲轴转角的变化关系称做示功图，它能直观地显示气缸内气体压力的变化（图 2-6）。在示功图上，进气行程从进气行程上止点 r 开始至进气行程下止点 a 结束，曲线 ra 表示进气行程中气缸内气体压力的变化。

(2) 压缩行程（图 2-5b）

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，进排气门均闭。随着活塞移动，气缸容积不断减小，气缸内的混合气被压缩，其压力和温度同时升高。压缩终了时，气缸内气体的压力约为 $0.8 \sim 1.5 \text{ MPa}$ ，温度约为 $600 \sim 750 \text{ K}$ 。压缩行程的示功图如图（2-6b）所示， c 点为压缩行程终点，也是压缩行程上止点。

压缩行程有利于混合气的迅速燃烧并可提高内燃机的有效热效率。一般压缩比 $\epsilon = 7 \sim 10$ ， ϵ 太大容易发生不正常燃烧。

(3) 做功行程（图 2-5c）

压缩行程结束时，安装在气缸盖上的火花塞产生电火花，将气缸内的可燃混合气点燃，火焰迅速传遍整个燃烧室，同时放出大量的热能。燃烧气体的体积急剧膨胀，压力和温度迅速升高。在气体压力的作用下，活塞由上止点移至上止点，并通过连杆推动曲轴旋转做功。这时，进、排气门仍旧关闭。

在做功行程中，燃烧气体的最大压力可达 $3.0 \sim 6.5 \text{ MPa}$ ，最高温度可达 $2200 \sim 2800 \text{ K}$ 。随着活塞向下止点移动，气缸容积不断增大，气体压力和温度逐渐降低。在做功行程结束时，力约为 $0.35 \sim 0.5 \text{ MPa}$ ，温度约为 $1200 \sim 1500 \text{ K}$ 。

在示功图（图 2-6c）上的曲线 czb 表示做功行程气缸内气体压力的变化情形。

(4) 排气行程（图 2-5d）

排气行程开始，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（或称废气）在其自身剩余压力和活塞的推动下，经排气门排出气缸之外。当活塞到达上止点时，排气行程结束，排气门关闭。

排气行程终了时，在燃烧室内尚存残余废气。因为排气系统有阻力，所以残余废气的压力比大气压力略高，约为 $0.105 \sim 0.12 \text{ MPa}$ ，温度约为 $900 \sim 1100 \text{ K}$ 。

在示功图（2-6d）上的曲线 br 代表排气行程。

至此，四冲程汽油机经过进气、压缩、作功和排气四个行程而完成一个工作循环。这期间活塞在上、下止点间往复运动四个行程，曲轴旋转两周，即每一个行程有 180° 曲轴转角。

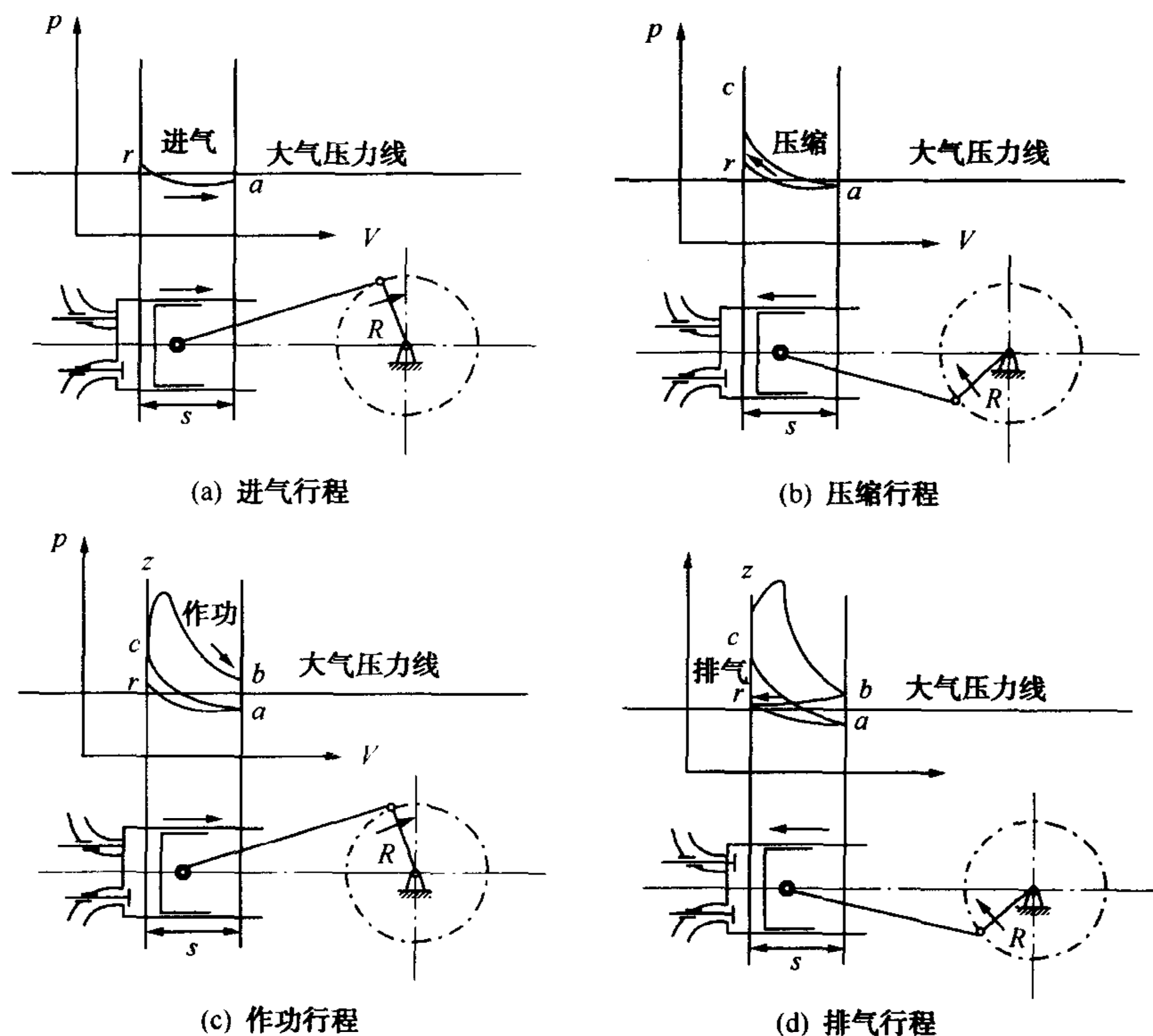


图 2-6 四冲程汽油机的示功图

但在实际进气过程中，进气门早于上止点开启，迟于下止点关闭。在排气过程中，排气门早于下止点开启，迟于上止点关闭。即进、排气过程所占的曲轴转角超过 180° 。

进气门早开晚关的目的是为了增加进入气缸内的混合气量和减少进气过程所消耗的功。排气门早开晚关的目的是为了减少气缸内的残余废气量和排气过程消耗的功。减少残余废气量，会相应地增加进气量。

2.4.4.2 四冲程柴油机工作原理

四冲程柴油机的工作循环同样包括进气、压缩、作功和排气四个过程，在各个活塞行程中，进、排气门的开闭和曲柄连杆机构的运动与汽油机完全相同。只是由于柴油和汽油的使用性能不同，使柴油机和汽油机在混合气形成方法及着火方式上有着根本的差别。因此，在叙述柴油机工作原理时只涉及与汽油机不同之处。

(1) 进气行程 (图 2-7a)

在柴油机进气行程中，被吸入气缸的只是纯净的空气。由于柴油机进气系统阻力较小，残余废气的温度较低，因此进气行程结束时气缸内气体的压力较高，约为 $0.085 \sim 0.095 \text{ MPa}$ ，温度较低，约为 $310 \sim 340 \text{ K}$ 。