



中等职业教育改革创新示范教材

汽车发动机 构造与维修

王伏子 张利强 主编

QICHE FADONGJI GOUZAO YU WEIXIU



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



中等职业教育改革创新示范教材

汽车发动机构造与维修

主 编 王伏子 张利强
参 编 李晓光 崔立功 田保毅 刘长久
主 审 闫柏林



机械工业出版社

本书根据汽车运用与维修专业所面向的主要就业岗位——汽车机电维修岗位，选取了7个学习项目，内容包括发动机吊卸和拆解，曲柄连杆机构维修，配气机构维修，燃料供给系统维修，冷却系统维修，润滑系统维修，发动机总装、磨合与验收。本书以完成7个学习项目任务为引领，以工作过程为导向，将发机构造、原理、检修、总装、磨合、验收和故障诊断紧密结合起来，重点强调按企业工作过程来培养学生的拆卸、检测、安装、故障诊断与排除等专业能力，并把培养职业素养贯穿其中，以求学生素质全面提升，适应社会对汽修人才的要求。

本书可作为中等职业学校“汽车发机构造与维修”课程教材，也可作为汽车维修从业人员的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

汽车发机构造与维修/王伏子，张利强主编. —北京：机械工业出版社，2013.7

中等职业教育改革创新示范教材

ISBN 978-7-111-43227-2

I. ①汽… II. ①王… ②张… III. ①汽车—发动机—构造—中等专业学校—教材②汽车—发动机—车辆修理—中等专业学校—教材
IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 150806 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：曹新宇 责任编辑：曹新宇

版式设计：霍永明 责任校对：杜雨霏 肖琳

封面设计：陈沛 责任印制：张楠

涿州市京南印刷厂印刷

2013 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·15.25 印张·373 千字

0001—2000册

标准书号：ISBN 978-7-111-43227-2

定价：35.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010)88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010)68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010)88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

示范学校建设专业核心课教材编审委员会

主 任 李国瑞

副主任 张艳旭

委 员 王伏子 葛永国 卜少利 王树平
孙继山 路进乐 赵志成 张利强

总主编 张艳旭

前言



2010年,国家实施中等职业教育改革发展示范学校建设项目,其重点内容之一就是以人才培养对接用人需求、专业对接产业、课程对接岗位、教材对接技能为切入点,深化教学内容改革。因此在项目建设中以工学结合、校企合作人才培养模式改革为重点,以课程体系建设为核心,打破传统的课程体系和教学模式,根据职业资格标准和岗位任职要求,对岗位工作任务、工作过程和职业能力进行分析,构建基于“工作过程”的课程体系。同时,学校还与企业合作开发专业核心课程,引入企业、行业工作规范和技术标准,以典型任务、真实产品、真实工艺等为载体,设计学习情境,改革教学内容、教学方法、教学手段和课程评价方式。基于此,我们组织骨干教师,并吸收行业企业专家参与开发出机电技术应用、数控技术应用、汽车运用与维修、会计电算化、计算机应用、果树花卉生产技术等专业24门核心课程。

每种教材本着“行动导向、任务引领、学做结合、理实一体”的原则编写。在编写教材的前期,我们召开有行业企业专家参与的研讨会。鼓励骨干教师到企业调研,并分析提炼出典型职业活动;在编写过程中,我们要求教材内容重点突出学生基础知识学习、基本技能训练、职业素养培养。

《汽车发动机构造与维修》突出体现以岗位工作任务为依据,以汽车维修人员必备的操作能力和基本素质为主线,以核心能力培养为重点,以学生为主体,强调学生在做中学,实现理实一体化教学模式。

本书主要内容包括:发动机吊卸和拆解,曲柄连杆机构维修,配气机构维修,燃料供给系统维修,冷却系统维修,润滑系统维修,发动机总装,磨合与验收共7个学习项目。本书由王伏子编写项目七及项目四、项目五、项目六部分内容,张利强编写项目一、项目二、项目三,李晓光编写项目四主要内容及项目五、项目六部分内容,陕西重汽保定奇功特约服务站崔立功编写项目四部分内容,保定市运输集团第五公司田保毅编写项目六部分内容,保定市亿路阳光汽车维修服务公司刘长久编写项目五部分内容。东风商用汽车保定服务站闫柏林担任主审。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

教材编审委员会

目 录

前言

项目一 发动机吊卸和拆解	1
任务一 识别发动机编号	1
任务二 认识发动机组成	6
任务三 发动机总成吊卸	13
任务四 发动机拆解	17
项目二 曲柄连杆机构维修	23
任务一 机体组拆装	24
任务二 气缸体和气缸盖检修	27
任务三 气缸测量	33
任务四 活塞连杆组拆装	36
任务五 活塞连杆组检修	45
任务六 曲轴飞轮组拆装	50
任务七 曲轴飞轮组检修	55
任务八 曲柄连杆机构故障诊断	58
项目三 配气机构维修	65
任务一 配气机构拆装	66
任务二 气门间隙调整	72
任务三 气门检修	77
任务四 气门座检修	82
任务五 气门导管、气门弹簧和气门油封检修	88
任务六 凸轮轴检修	94
任务七 正时机构检修	100
任务八 挺柱检修	108
任务九 摇臂组件检修	114
任务十 配气机构故障诊断	118
项目四 燃料供给系统维修	126



任务一	汽油机燃料供给系统的识别	127
任务二	柴油机燃料供给系统的识别	130
任务三	柴油输油泵检修	135
任务四	柴油滤清器检修	138
任务五	喷油器分解与装配	140
任务六	喷油器调试与检验	145
任务七	柱塞式喷油泵拆装	148
任务八	调速器拆装	158
任务九	柱塞式喷油泵调试	161
任务十	精密偶件的检修	165
任务十一	检查调整供油正时	168
任务十二	废气涡轮增压器使用维护	171
任务十三	识别柴油机高压共轨喷射系统	175
任务十四	燃料供给系统故障诊断与排除	178
项目五	冷却系统维修	185
任务一	冷却系统的识别	185
任务二	散热器的检验	188
任务三	水泵的拆装及检修	191
任务四	节温器的检查	194
任务五	汽车风扇的检查	196
任务六	冷却系统故障诊断与排除	200
项目六	润滑系统维修	204
任务一	润滑系统的识别	204
任务二	机油泵的拆装	208
任务三	机油滤清器的拆装	213
任务四	润滑系统故障诊断与排除	216
项目七	发动机总装、磨合与验收	224
任务一	发动机总装	224
任务二	发动机磨合	229
任务三	发动机验收	232
参考文献		235

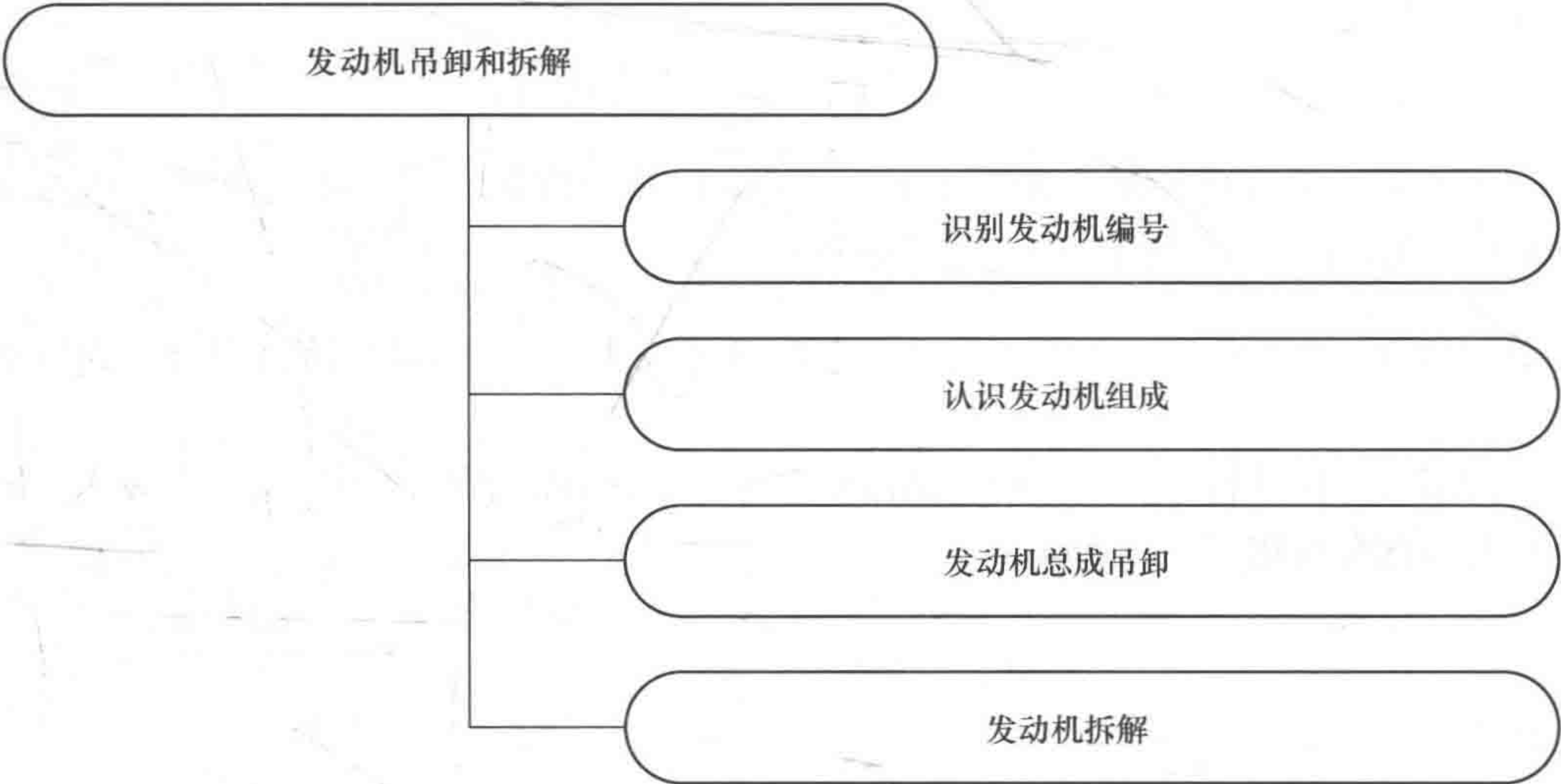
项目一 发动机吊卸和拆解

项目描述

一辆日产轿车在行车过程中出现冒黑烟、加速无力、怠速不稳、油耗增加等现象，进厂经检测后确定需进行发动机大修，首要工作是对发动机总成进行吊卸和拆解。

项目分析

作为一名修理工，如何完成发动机吊卸和拆解呢？首先要识别发动机编号和认识发动机结构组成，查阅发动机维修手册，制定发动机从汽车上的吊卸作业步骤，吊卸发动机总成，然后拆解发动机。



任务一 识别发动机编号

任务目标

- 1. 理论目标
能理解发动机编号规则及各部分符号的含义；能够通过发动机编号确定发动机的结构特征。
- 2. 技能目标
能找到发动机的铭牌；能指认发动机编号，描述编号含义。



3. 素养目标

能积极主动参与学习；能与小组成员团结协作；能服从工位安排，执行实训室“6S”规定。



任务准备

2008 年我国审定颁布了《内燃机产品名称和型号编制规则》（GB/T725—2008），该标准规定了发动机型号由四部分组成，内燃机型号表示方法如图 1-1 所示。

第一部分：由制造商代号或系列符号组成。本部分代号由制造商根据需要进行选择相应 1~3 位字母表示，见表 1-1。

第二部分：由气缸数、气缸布置形式符号、冲程形式符号和缸径或缸径/行程符号组成。

1) 气缸数用 1~2 位数字表示。

2) 气缸布置形式符号表示见表 1-1。

3) 冲程形式为四冲程时符号省略，二冲程用 E 表示。

4) 缸径符号一般用缸径或缸径/行程数表示，也可用发动机排量或功率数表示。其单位由制造商自定。

☆小知识

《内燃机产品名称和型号编制规则》（GB/T725—2008）于 2008 年 6 月 3 日发布，2009 年 1 月 1 日实施，替代 GB/T725—1991。

第三部分：由结构特征符号、用途特征符号等组成。其符号分别见表 1-2。内燃机常用燃料符号见表 1-3。

第四部分：区分符号。同系列产品需要区分时，允许制造商选用适当符号表示。第三部分与第四部分可用“-”分隔。

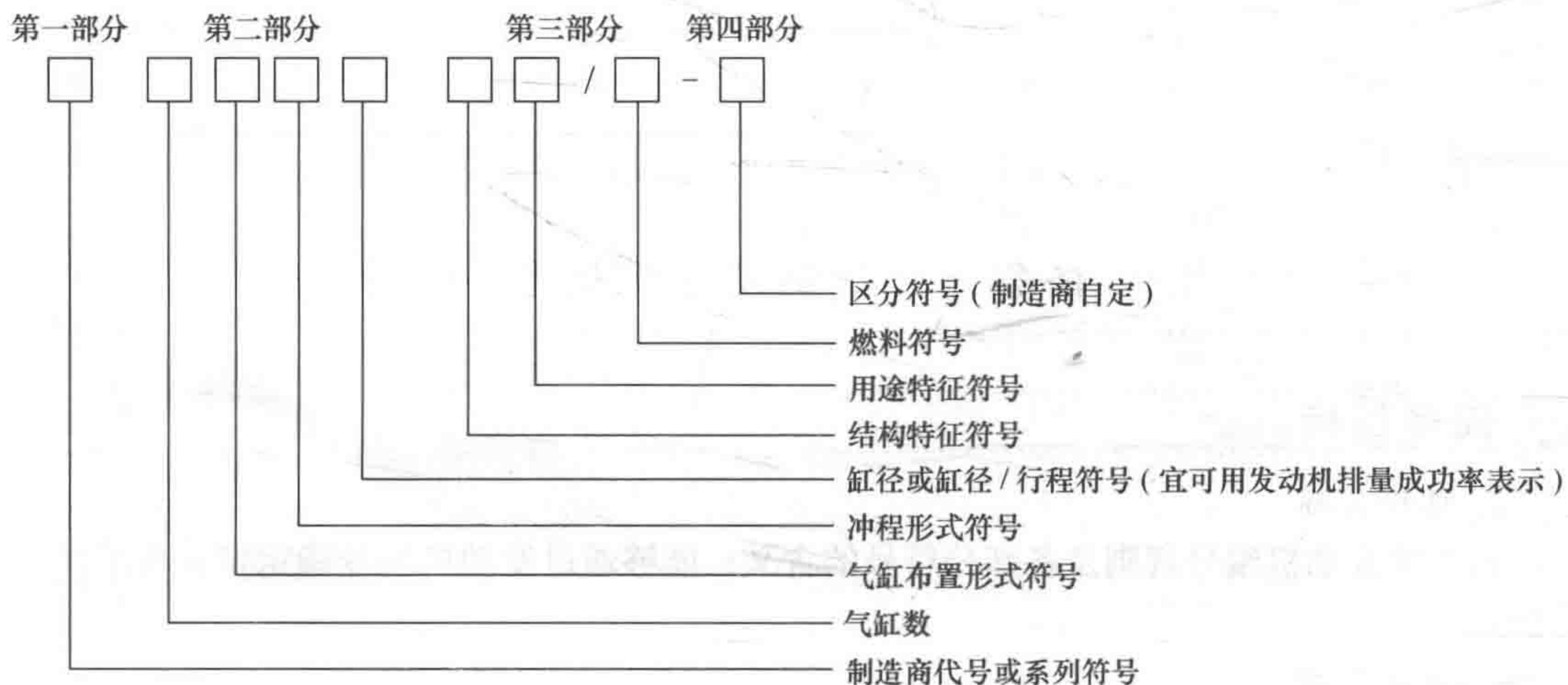


图 1-1 内燃机型号表示方法

表 1-1 汽车制造商和气缸布置形式符号

制造商代号	含 义	气缸布置形式符号	含 义
CA	代表第一汽车制造厂	无符号	多缸直列及单缸
EQ	代表第二汽车制造厂	V	V 形
BJ	代表北京汽车制造厂	P	卧式
TJ	代表天津汽车制造厂	H	H 形
NJ	代表南京汽车制造厂	X	X 形

表 1-2 结构特征和用途符号

符 号	用 途	符 号	结 构 特 征
无符号	通用型及固定动力（或制造商自定）	无符号	冷却液冷却
T	拖拉机	F	风冷
M	摩托车	N	凝气冷却
G	工程机械	S	十字头式
Q	汽车	Z	增压
J	铁路机车	ZL	增压中冷
D	发电机组	DZ	可倒转
C	船用主机、右机基本型		
CZ	船用主机、左机基本型		
Y	农用三轮车（或其他农用车）		
L	林业机械		

表 1-3 内燃机常用燃料符号

符 号	燃 料 名 称	符 号	燃 料 名 称
无符号	柴油	M	煤气
P	汽油	S	柴油/天然气双燃料
T	天然气（煤层气）	SCZ	柴油/沼气双燃料
CNG	压缩天然气	M	甲醇
LNG	液化天然气	E	乙醇
LGP	液化石油气	DME	乙二醇
Z	沼气	FME	生物柴油
W	煤矿瓦斯		

注 1：一般用 1~3 个拼音字母表示燃料，亦可用成熟的英文缩写字母表示。
注 2：其他燃料允许制造商用 1~3 个字母表示。

任务计划

■■■

。

通过查阅资料，分组讨论，制订检测维修计划。



车辆信息描述			
工具及设备准备	柴油发动机 1 台；汽油发动机 1 台；二冲程发动机 1 台		
操作流程	步骤	检修项目	操作要领



任务实施

一、指认发动机铭牌

找到发动机铭牌，记录发动机型号。发动机铭牌如图 1-2 所示。

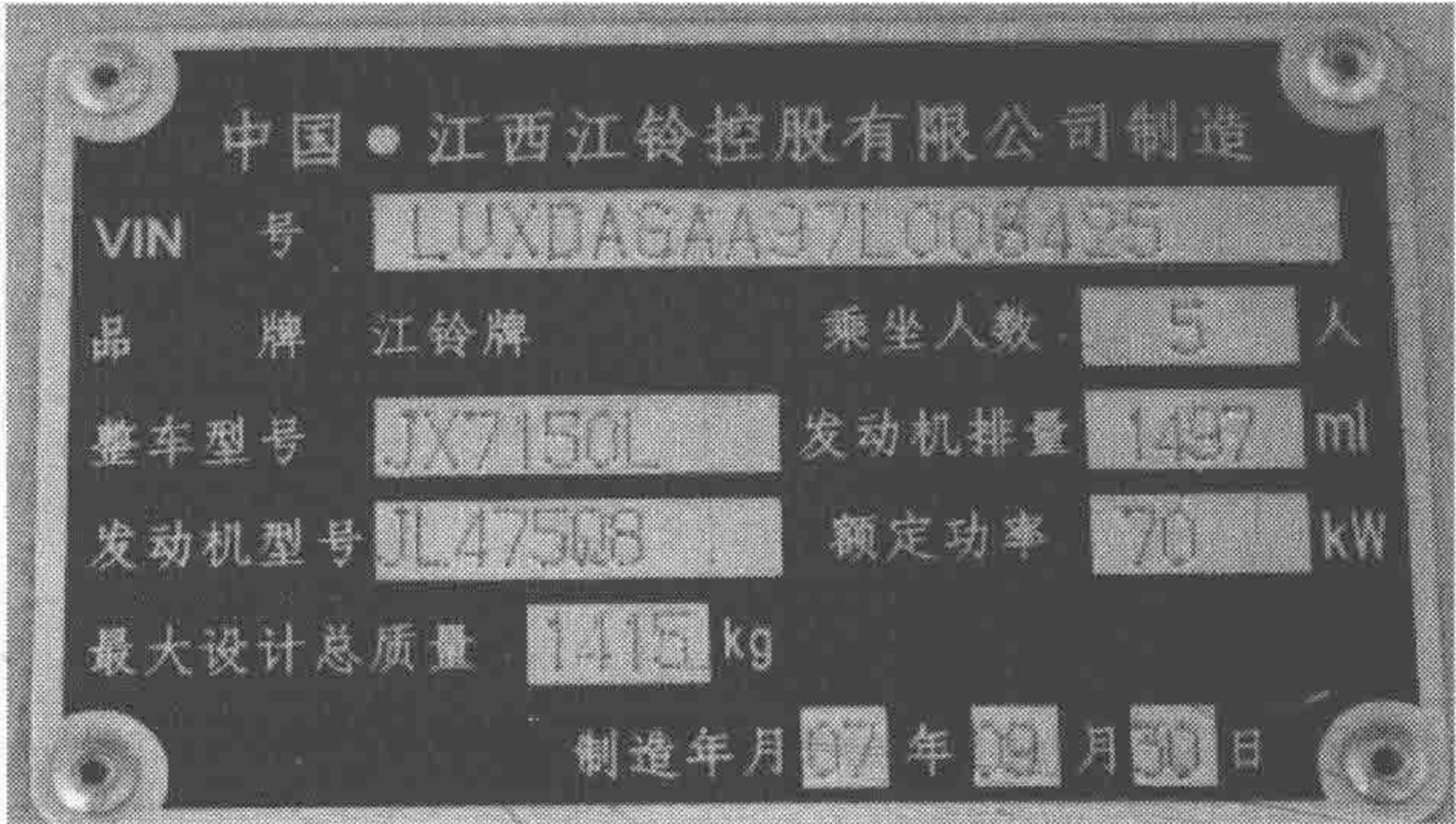


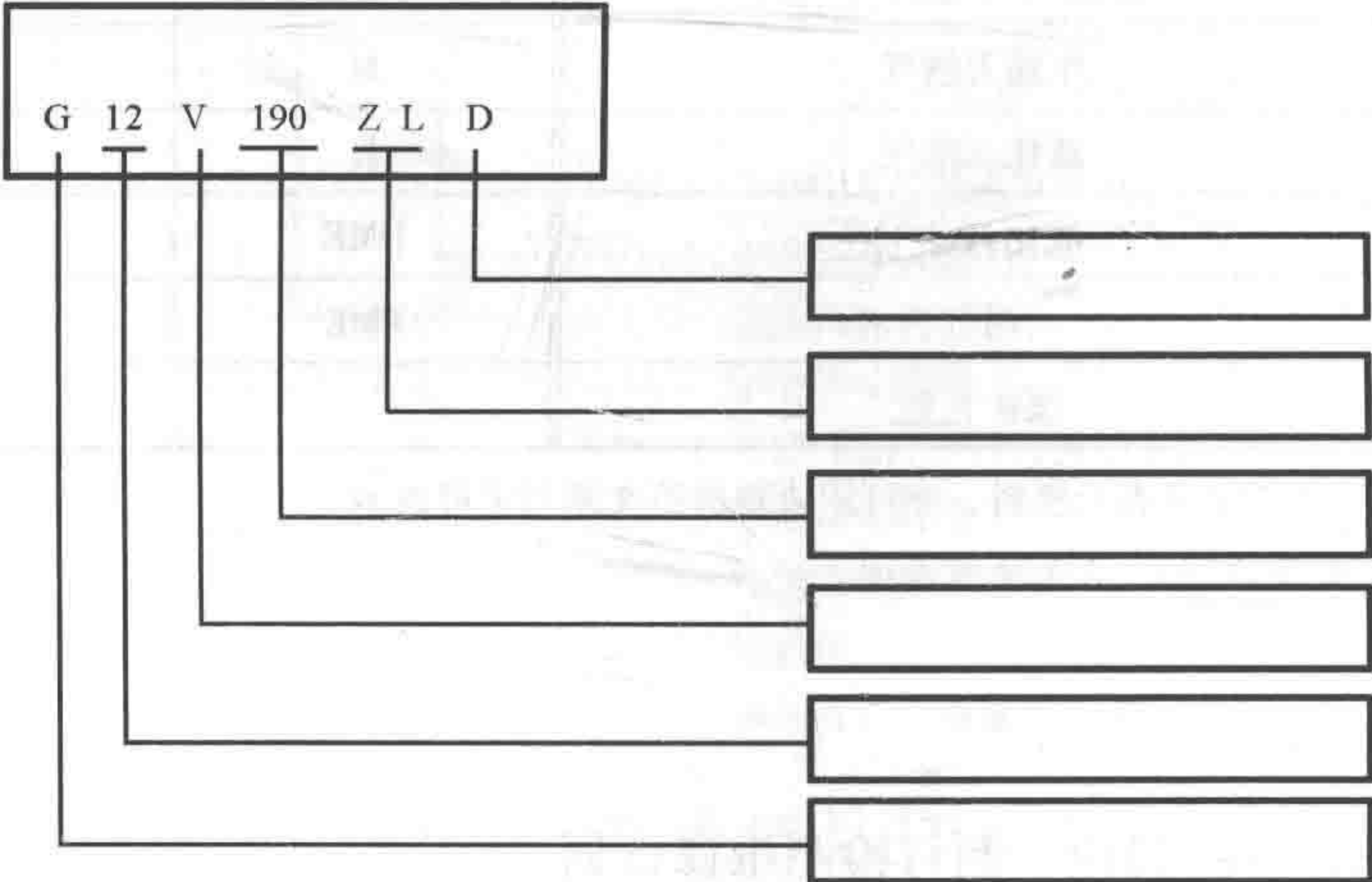
图 1-2 发动机铭牌

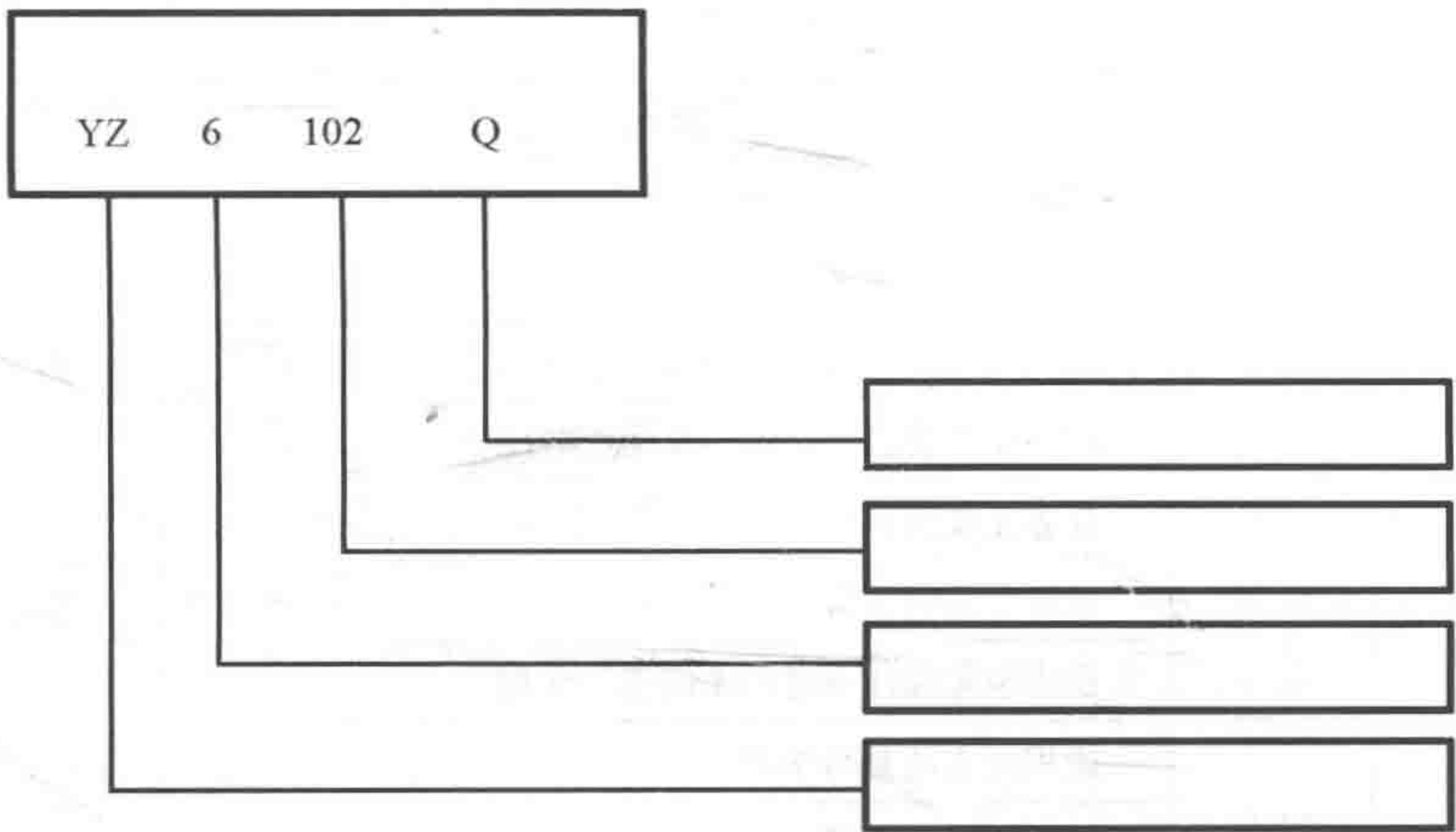
发动机铭牌在发动机上的位置：_____，发动机型号记录：_____。

二、指认发动机型号

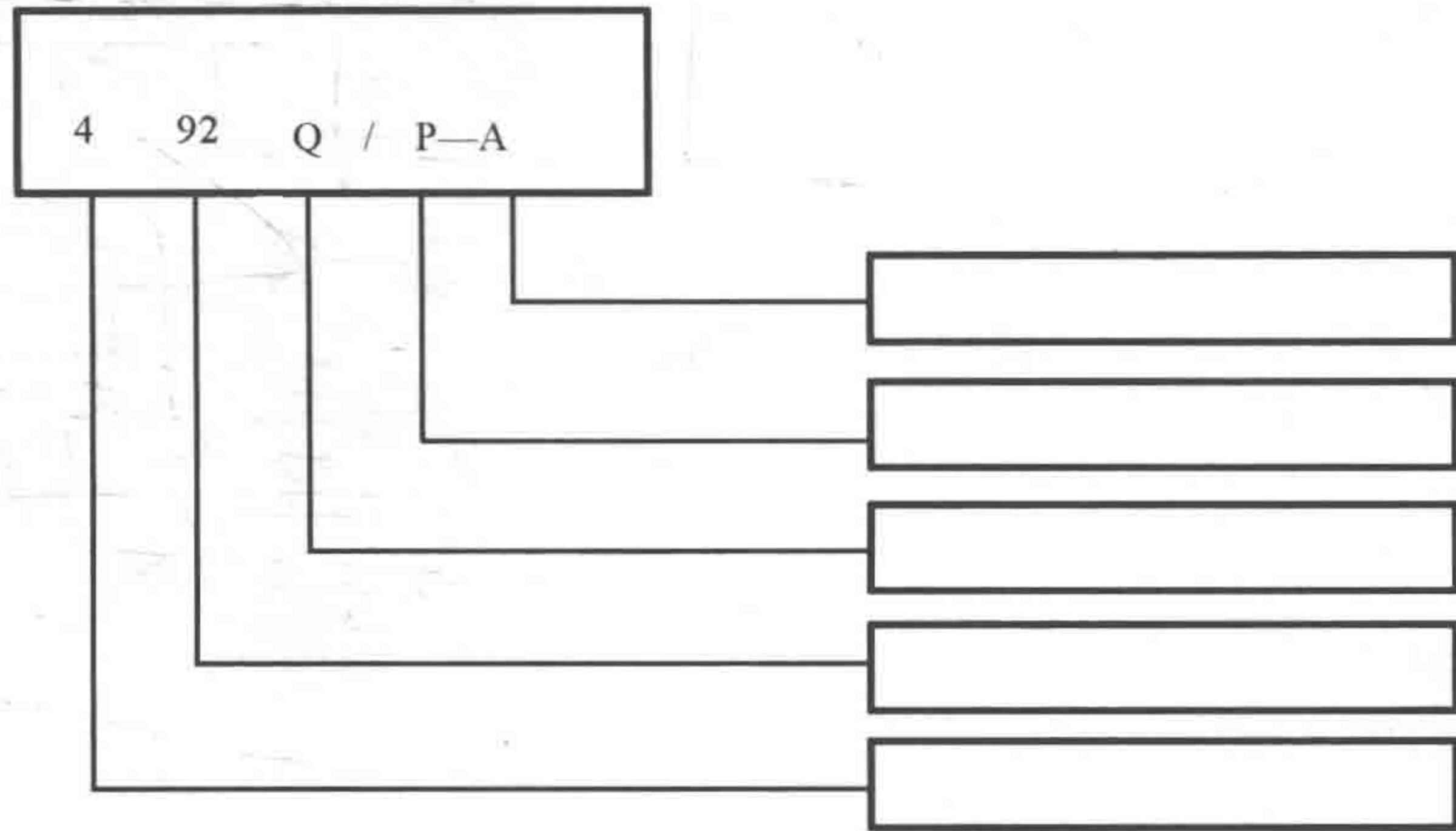
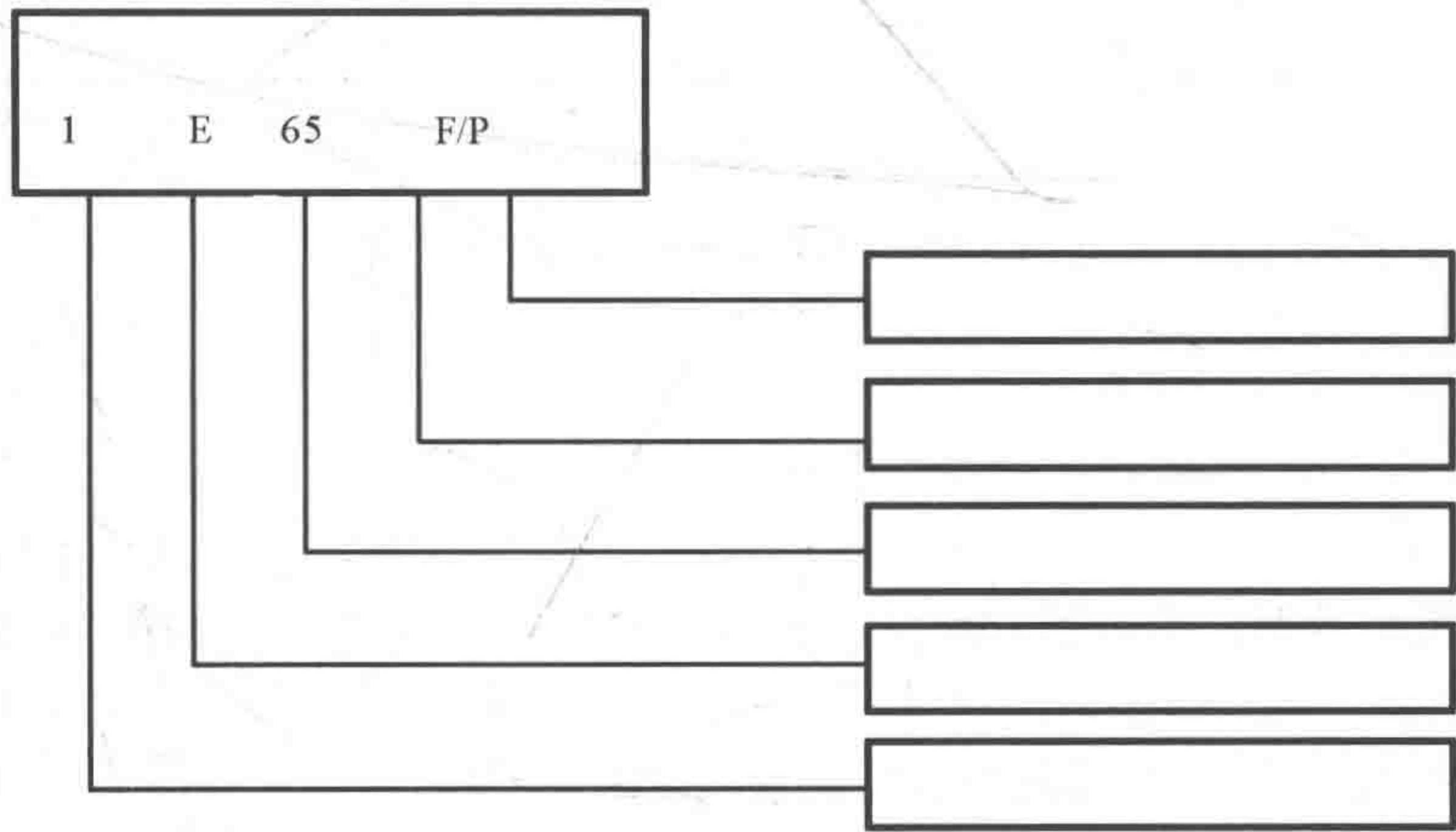
1. 指认柴油机型号

某柴油发动机型号如下，填写发动机型号含义。





2. 指认汽油机型号
某汽油发动机型号如下，填写型号含义。



 任务测评

按任务测评表进行任务测评。



任务测评表

评价项目		评价标准	配 分	得 分
专业知识	40 分	能描述柴油发动机型号	10	
		能描述汽油发动机型号	10	
		能描述二冲程发动机型号	10	
		能根据发动机型号说出发动机特征	10	
任务完成情况	40 分	任务完成的情况	15	
		任务完成的质量	15	
		在小组完成任务过程中所起的作用	10	
职业素养	20 分	能积极主动参与学习	10	
		能与小组成员团结协作	5	
		能服从工位安排，执行实训室“6S”规定	5	
综合评议				

任务二 认识发动机组成



任务目标

1. 理论目标

了解发动机的分类；能理解发动机常用的名词术语；能够掌握发动机的工作过程。

2. 技能目标

能识别柴油机结构组成；能识别汽油机结构组成。

3. 素养目标

能积极主动参与学习；能与小组成员团结协作；能服从工位安排，执行实训室“6S”规定。



任务准备

发动机是把燃料燃烧的热能转化为机械能的内燃机。汽车上的发动机如图 1-3 所示。

一、发动机的分类

1. 按燃料分类

按所用燃料的不同，发动机可分为汽油发动机、柴油发动机和其他燃料发动机（混合动力、蓄电池、氢燃料）。

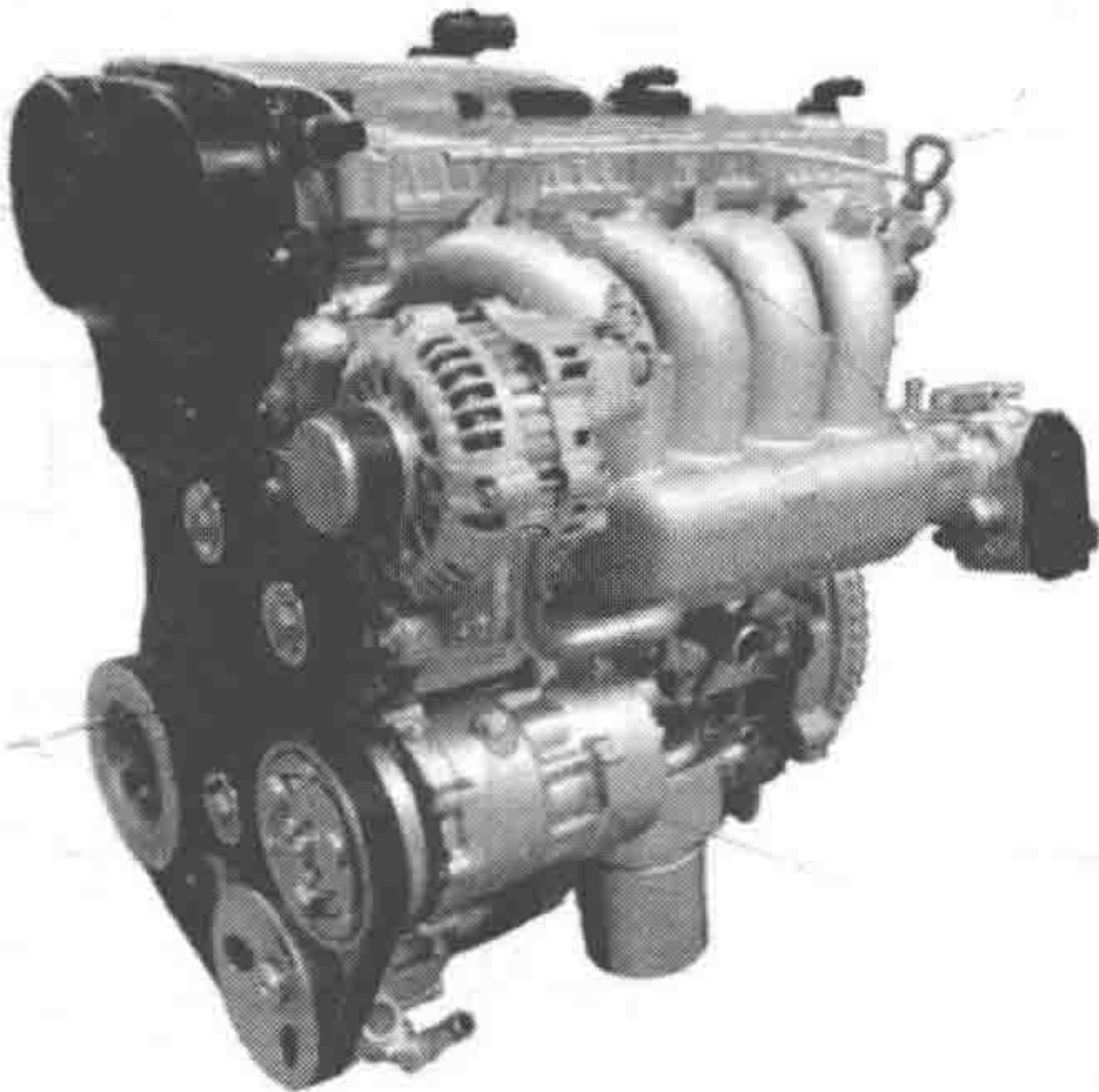


图 1-3 发动机外形



2. 按气缸排列形式分类

按气缸排列形式的不同,发动机可分为直列发动机、V形发动机和水平对置发动机等。

3. 按气缸数分类

按气缸数的不同,汽车发动机可分为单缸机和多缸机。有两个或两个以上气缸的发动机称为多缸发动机,如双缸、三缸、四缸、五缸、六缸、八缸、十二缸、十六缸等都是多缸发动机。现代汽车多采用四缸、六缸、八缸发动机。

4. 按活塞运动方式分类

按活塞运动方式的不同,发动机可分为往复活塞式和转子式发动机。现代汽车多采用往复活塞式发动机。

5. 按冷却方式分类

按冷却方式的不同,汽车发动机可分为水冷式和风冷式两种。以水或冷却液作为冷却介质的称为水冷式发动机;以空气作为冷却介质的称为风冷式发动机。水冷发动机冷却均匀,工作可靠,冷却效果好,所以现代汽车绝大多数采用水冷式发动机。

6. 按冲程数分类

按一个工作循环所需的行程数不同,可分为四冲程发动机和二冲程发动机。活塞上下往复四个行程完成一个工作循环的发动机称为四冲程发动机;活塞上下往复两个行程完成一个工作循环的发动机称为二冲程发动机。现代汽车多采用四冲程发动机。

7. 按燃料供应方式分类

按燃料供应方式的不同,发动机可分为化油器式和电子控制燃油喷射发动机。现代轿车上广泛采用电子控制燃油喷射发动机。

8. 按进气方式分类

按进气方式的不同,汽车发动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,则为非增压发动机或自然吸气式发动机;若利用增压器将进气压力增高,进气密度增大,则为增压发动机。

二、基本术语

1. 工作循环

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

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。在上、下止点处,活塞的运动速度为零,如图1-4所示。

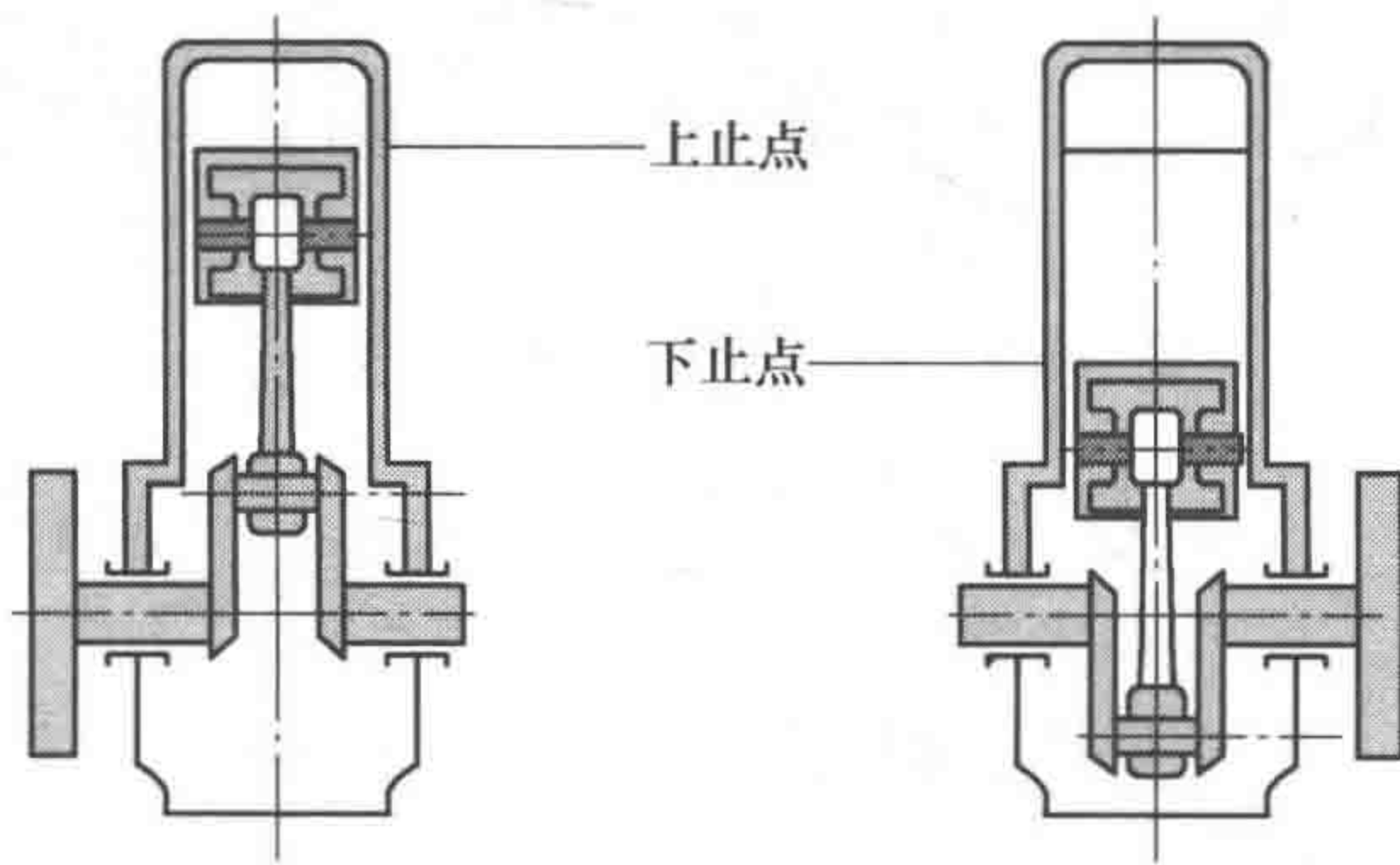
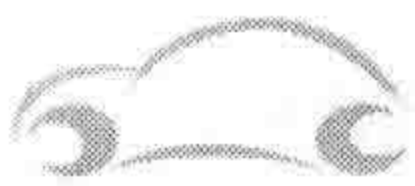


图1-4 上止点和下止点



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 $S = 2R$ ，如图 1-5 所示。

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，如图 1-6 所示。

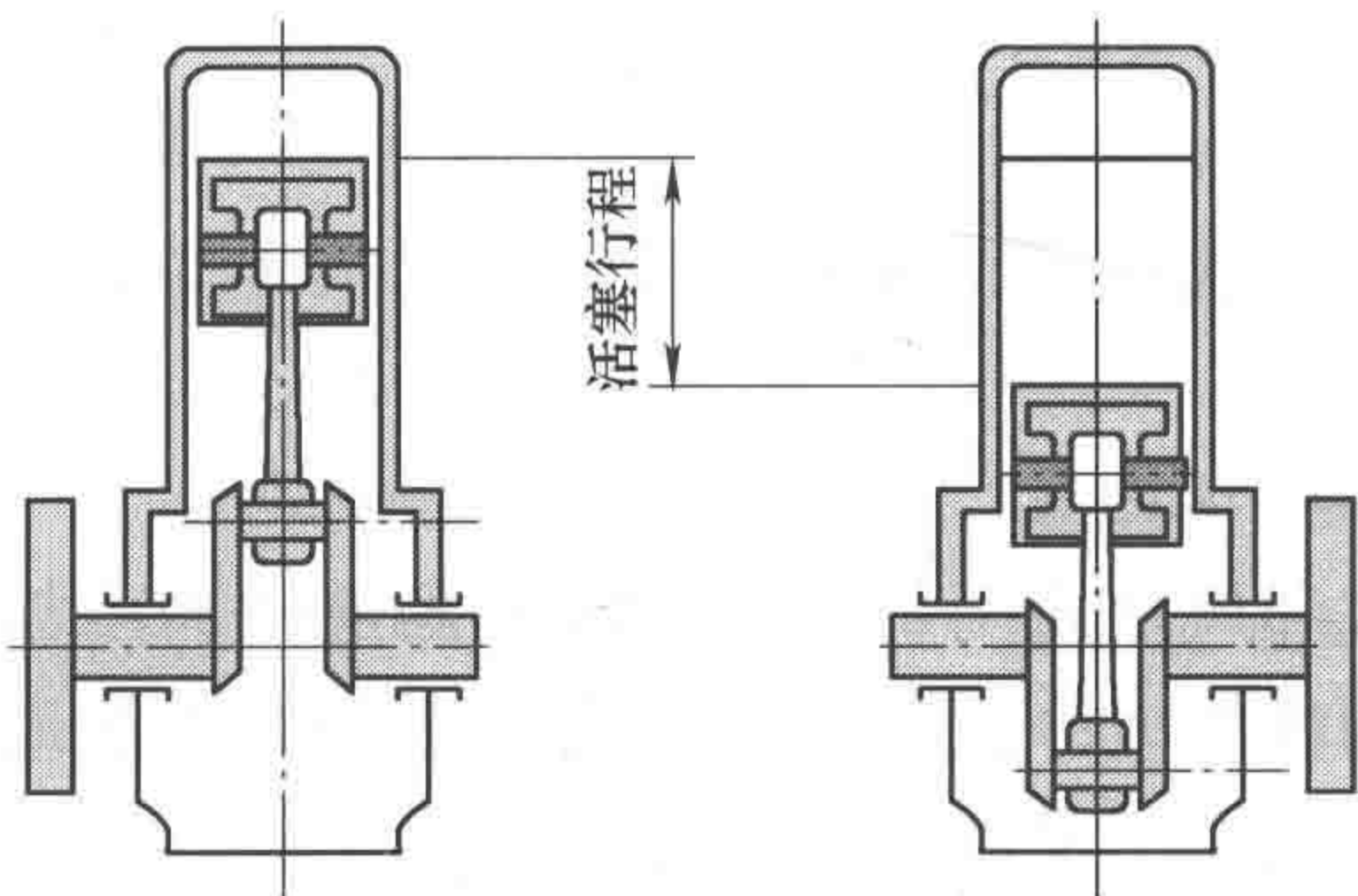


图 1-5 活塞行程

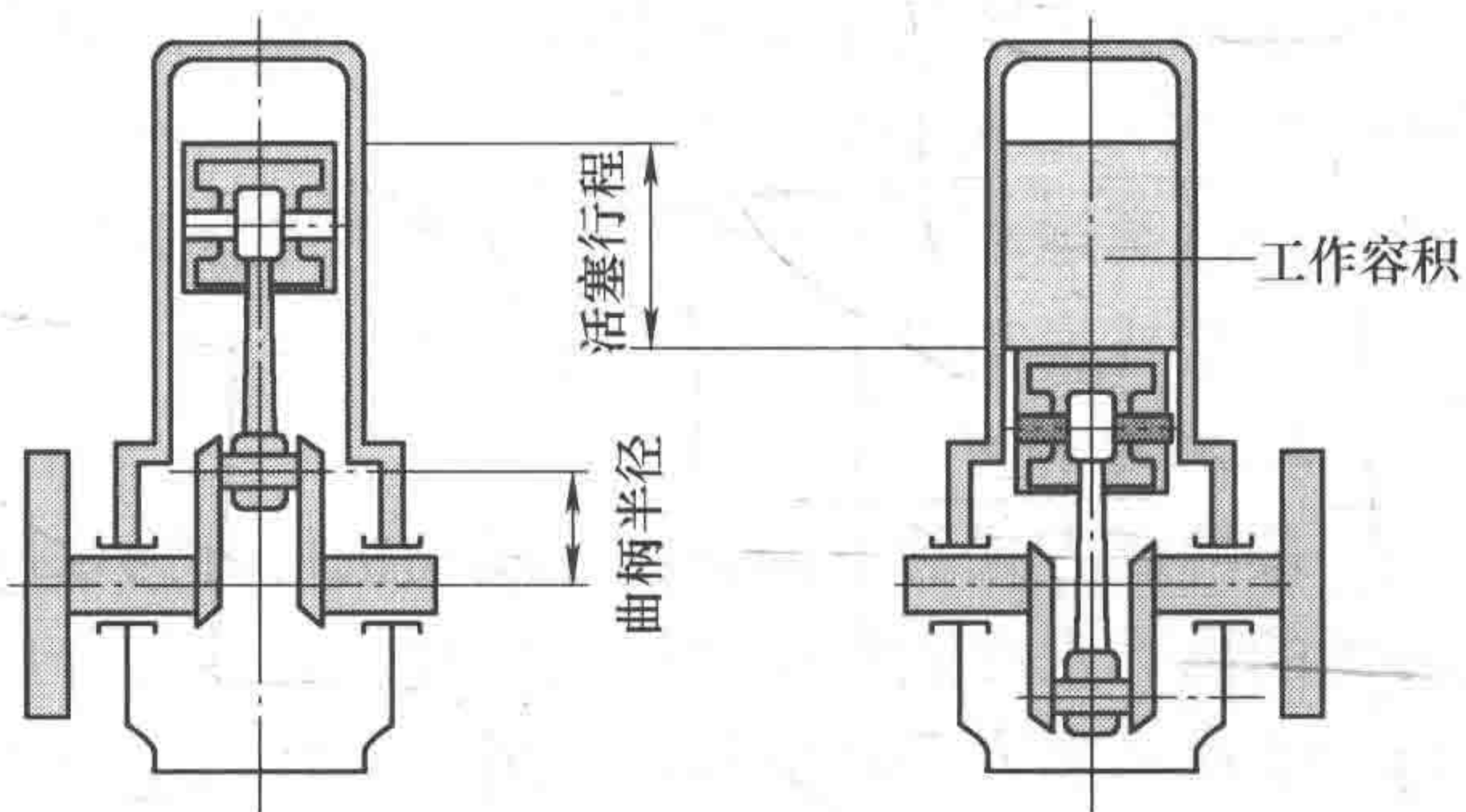


图 1-6 工作容积

5. 发动机排量

发动机所有气缸工作容积的总和称为发动机排量，如图 1-7 所示。

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，也叫压缩容积，如图 1-8 所示。

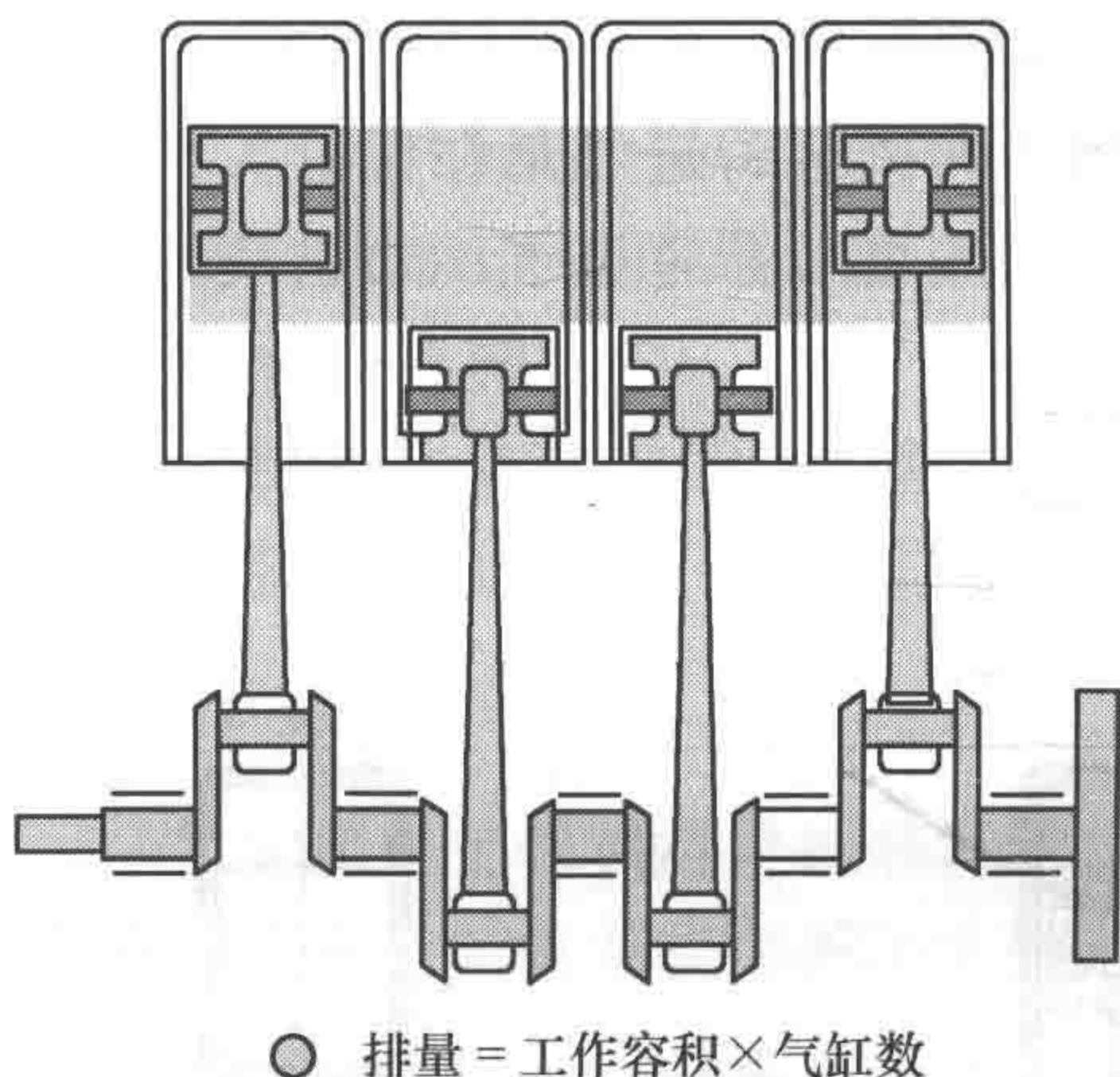


图 1-7 发动机排量

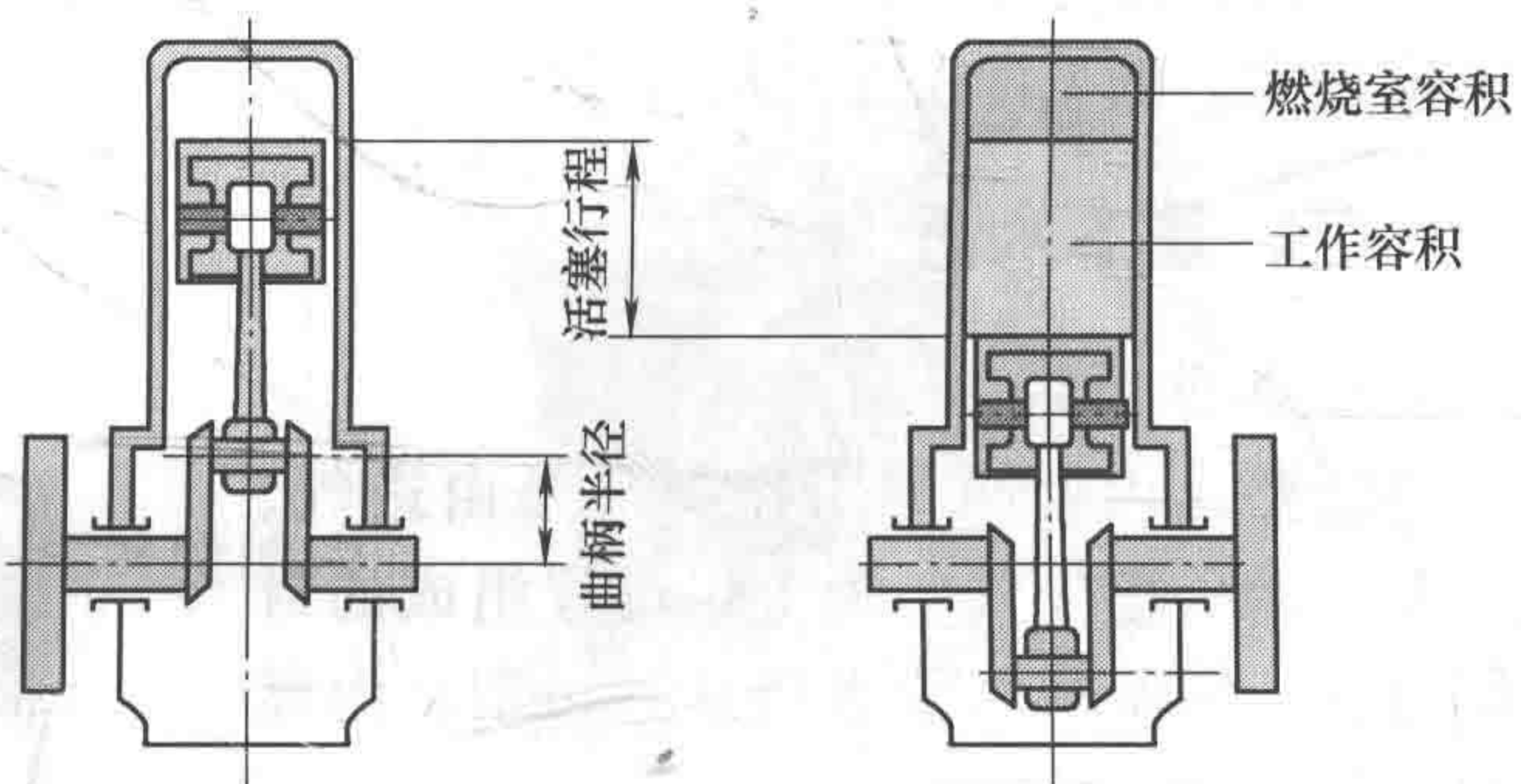


图 1-8 燃烧室容积

7. 气缸总容积

气缸工作容积与燃烧室容积之和称为气缸总容积，如图 1-9 所示。

8. 压缩比

气缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比 ε 。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，如图 1-10 所示。

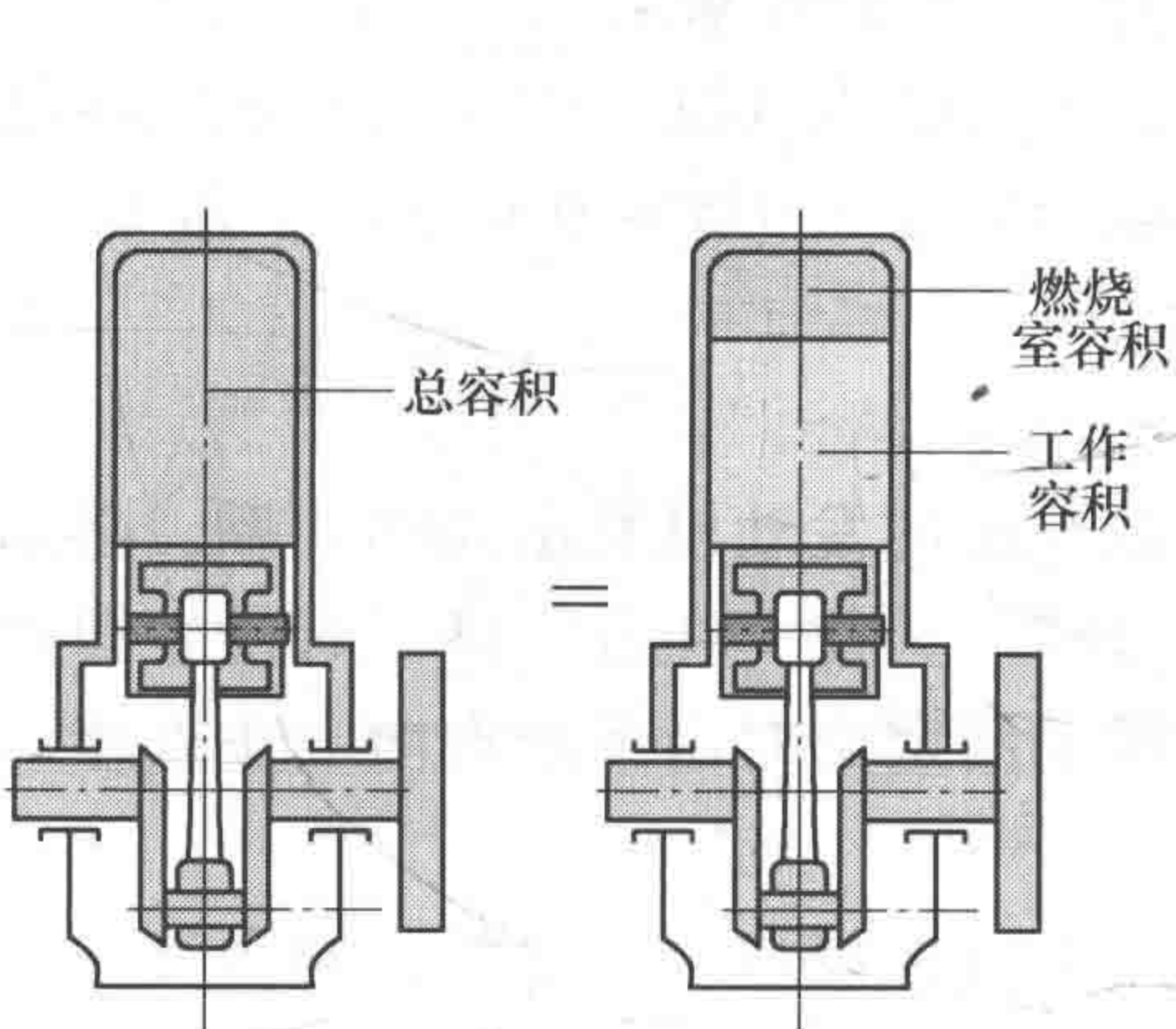


图 1-9 气缸总容积

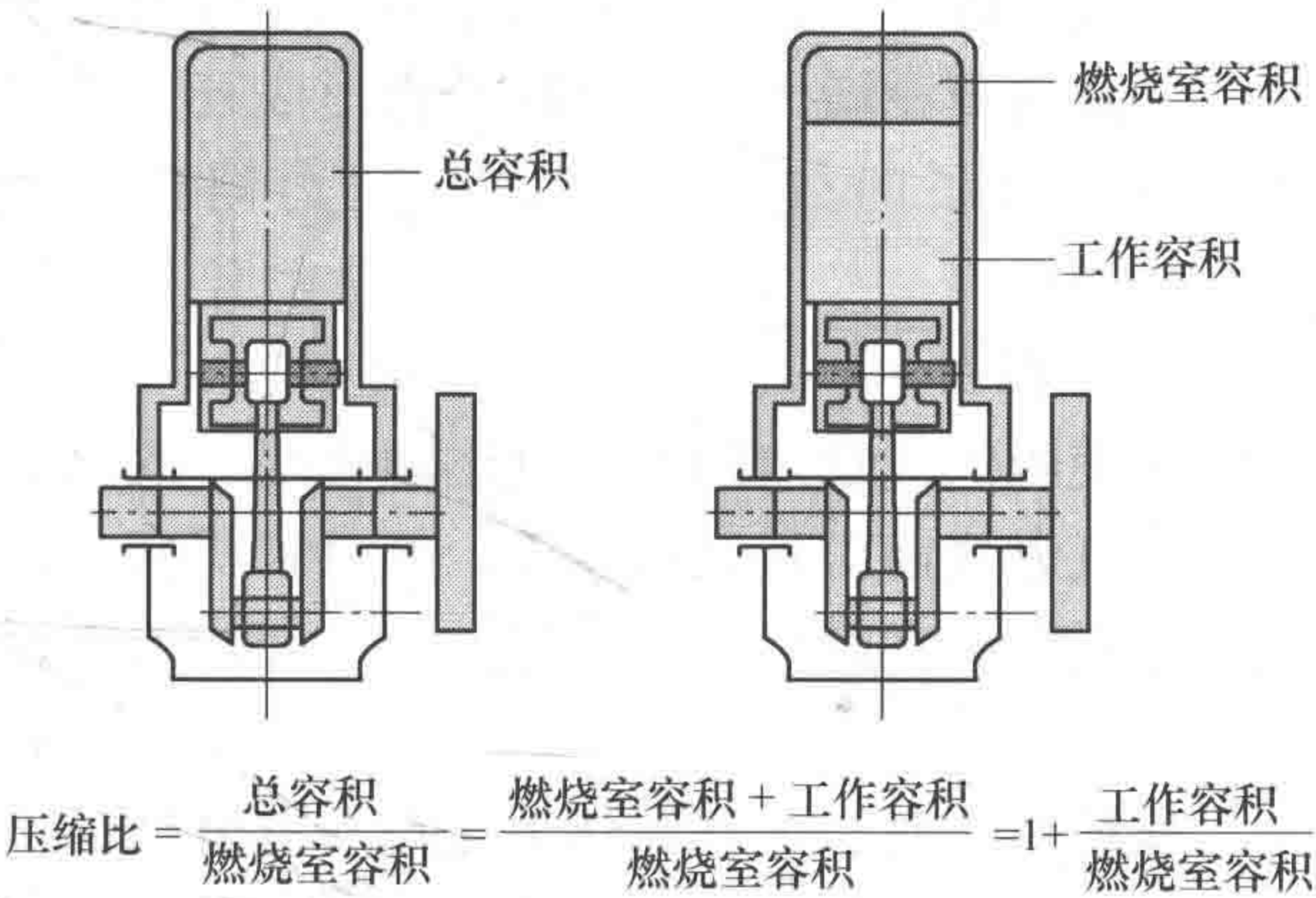


图 1-10 压缩比

9. 工况

发动机在某一时刻的运行状况简称工况，以该时刻发动机输出的有效功率和曲轴转速表示。曲轴转速即为发动机转速。

三、四冲程汽油机的工作过程

发动机每一次将热能转变为机械能都必须经过进气、压缩、做功和排气一系列连续过程，称为一个工作循环。

对于往复活塞式发动机，凡曲轴转两圈，活塞往复四个行程完成一个工作循环的发动机称为四冲程发动机；凡曲轴转一圈，活塞往复两个行程完成一个工作循环的发动机称为二冲程发动机。现代汽车广泛采用四冲程发动机。

在轿车上常采用的四冲程汽油发动机，由两个机构和五个系统组成，即曲柄连杆机构，配气机构、燃油供给系统、冷却系统、润滑系统、点火系统和起动系统。

四冲程汽油机的工作过程如图 1-11 所示。

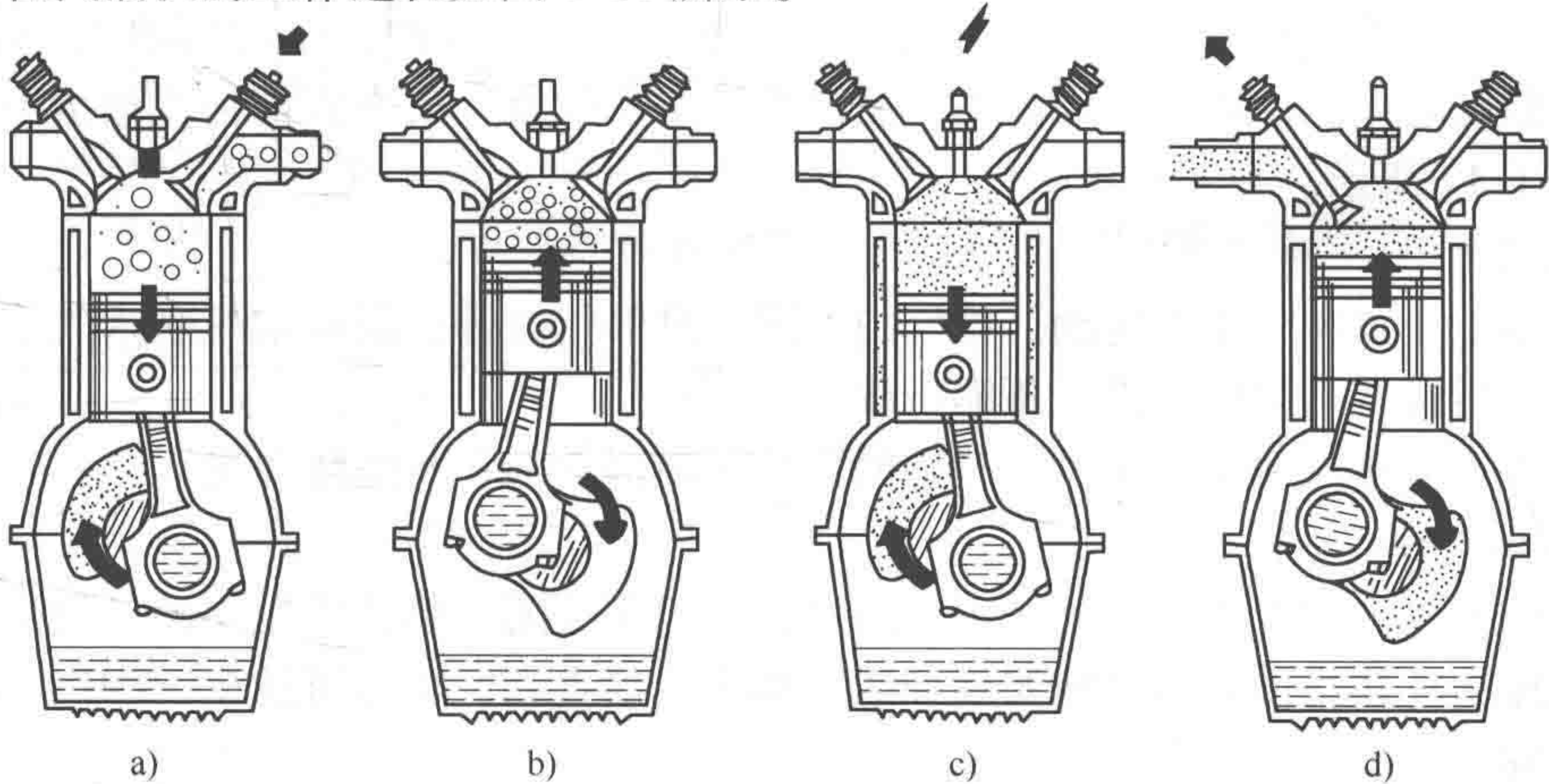


图 1-11 四冲程汽油机的工作过程

a) 进气冲程 b) 压缩冲程 c) 做功冲程 d) 排气冲程



1. 进气行程

进气行程中,进气门打开,排气门关闭,转动的曲轴带动活塞从上止点向下止点运动,气缸内容积增大,压力降低而形成真空,将可燃混合气吸入气缸。由于进气系统的阻力,进气终了时气缸内气体的压力略低于大气压,约为 $0.075 \sim 0.09\text{MPa}$,温度为 $370 \sim 400\text{K}$ 。

2. 压缩行程

为使吸入气缸内的混合气迅速燃烧,放出更多的热量而使发动机发出大的功率,必须在混合气燃烧前对其进行压缩,使其容积变小,温度升高。为此,在进气终了时便立即进入压缩行程。在此行程中,进、排气门均关闭,曲轴推动活塞定时由下止点向上止点移动一个行程。

压缩终了时,活塞到达上止点,混合气被压入活塞上方燃烧室中。此时,混合气压力高达 $0.6 \sim 1.2\text{MPa}$,温度可达 $600 \sim 700\text{K}$ 。

3. 做功行程

在压缩行程接近终了时,火花塞产生电火花点燃混合气,此时进排气门仍关闭。由于混合气的迅速燃烧,使缸内气体的温度和压力迅速升高,最高压力可达 $5 \sim 9\text{MPa}$,最高温度可达 $2200 \sim 2800\text{K}$ 。在高温高压气体的作用力推动下,活塞向下止点运动,活塞的下移通过连杆使曲轴旋转运动,产生转矩而做功。发动机至此完成了一次将热能转变为机械能的过程。

4. 排气行程

当做功行程接近终了时排气门打开,进气门仍关闭,因废气压力高于大气压而自动排出,此外,当活塞越过下止点上移时,还靠活塞的推挤作用强制排气。活塞到上止点附近时,排气行程结束。

四、四冲程柴油机工作过程

在客车和货车上常采用四冲程柴油发动机,它由两个机构和四个系统组成,即曲柄连杆机构、配气机构、燃油供给系统、冷却系统、润滑系统和起动系统。

四冲程柴油机(压燃式发动机)使用的燃料是柴油。柴油粘度比汽油大,不易蒸发,而其自燃温度却比汽油低,故柴油机可燃混合气的形成及点火方式都与汽油机不同,工作过程如图 1-12 所示。

1. 进气行程

活塞由上止点向下止点运动,排气门关闭,进气门打开,新鲜空气吸入气缸。当活塞越过下止点后进气门关闭,进入压缩行程。

柴油机不同于汽油机的是进入气缸的不是可燃混合气,而是纯空气。

2. 压缩行程

活塞由下止点向上止点运动,进气门和排气门都关闭。柴油机压缩的是纯空气,且由于柴油机压缩比高,压缩终了的温度和压力都比汽油机高,压力可达 $3 \sim 5\text{MPa}$,温度可达 $800 \sim 1000\text{K}$ 。

3. 做功行程

此行程与汽油机有很大不同,在柴油机压缩行程末,喷油泵将高压柴油经喷油器呈雾