

# 兵器工业科学技术辞典

## 车辆发动机

《兵器工业科学技术辞典》编辑委员会 编

国防工业出版社

# 兵器工业科学技术辞典

## 车辆发动机

国防工业出版社

# 《兵器工业科学技术辞典》

## 编辑委员会

主任委员	王立				
副主任委员	段统文	蔡寅生	游首先		
总主编	游首先				
副总主编	丁志洪				
委员	(按姓氏笔画顺序)				
	丁志洪	马宝华	王立	王爱玉	田士哲
	包富元	刘木森	刘希平	朵英贤	麦伟麟
	劳允亮	李历明	<u>李存朴</u>	李国珩	李昼堂
	李福平	陈旭东	张书文	张政寿	张溥翰
	武晋章	易志汉	洪名源	邵素贤	段统文
	顾笃球	黄国光	黄浩川	黄振兴	曹 翟
	游首先	路玉顺	鲍廷钰	蔡寅生	
办公室主任	王爱玉	(兼)			
办公室工作人员	麻爱华	张绍京	庞晓萍		

## 序 言

中华人民共和国建国 40 年以来，在中国共产党的领导下，我国兵器工业科学技术发生了巨大变化，取得了引人注目的成绩。为了总结经验、促进学习、吸收世界先进技术，我们编写了这部兵器工业科学技术方面的综合性工具书。

编写本辞典的宗旨是：既反映我国兵器工业科学技术的成就和经验，又尽量体现当代世界兵器科学技术水平，力求做到内容充实、概念清楚、深入浅出、图文并茂，以满足各方面读者的需要。所选辞目以兵器科学技术名词、术语为主，适当收入必要的基础学科和应用技术的辞汇。并注意规范化、标准化，释文力求表述准确、文字简练。这部辞典辞目约 12000 条，按专业分为综合、装甲车辆、车辆发动机、弹道学、轻武器、火炮与火箭发射装置、火力控制、光学工程、炮弹、火箭与导弹、航空炸弹、地雷与爆破器材、引信、火工品与烟火技术、火药与炸药、防化器材，以及环境工程、防腐与包装 17 个部分。

本辞典可供从事兵器工业科研、生产、教学、管理的人员和中国人民解放军及其他具有中学文化水平的需要了解兵器知识的人员参考。

本辞典是在原兵器工业部、原国家机械工业委员会、机械电子工业部和北方工业(集团)总公司的领导和关怀下编写的，具体组织工作由兵器标准化研究所负责，承担编写任务的有近百个兵器工业系统的高等院校、研究所、工厂的近千余名教授、专家和科技人员。此外，中国人民解放军总参谋部、总后勤部、国防科学技术工业委员会、空军所属有关部门、研究机构和院校，以及原航空工业部、中国船舶工业总公司有关单位的人员也参加了编写、审稿工作。在这里，谨向上述单位和人员表示衷心的感谢。由于水平有限，辞典中缺点、错误之处在所难免，恳请读者不吝指正。

《兵器工业科学技术辞典》编辑委员会

## 使用说明

1. 本辞典辞目均按科技门类以逻辑顺序排列。辞目标题用黑体字。
2. 各辞目标题后均附有英文对应词。为了区别于英美惯用的英文词，自译的用斜体字排印。
3. 为了避免本辞典各部分间的重复并保持各部分本身的相对系统性和完整性，有些辞目在某部分中只列标题，释文和英文对应词则见于另一有关部分。例如，《弹道学》部分中的“附面层”后不列释文和英文对应词，而注明：“见《火箭与导弹》部分”。

有些辞目的标题相同，而在不同部分中的含义有差别，则有关部分均列有释文，并在释文后注明：“另见《××××》部分”。

两部分所收辞目标题虽然不同，但内容要相互参照时，则分别注明：“参见《××××》部分×××”。

4. 有些辞目释文之前列出又称、简称、俗称、旧称等，这些他称均用黑体字，可通过索引检索，但一般不附英文对应词。

5. 为了节约篇幅而又提高检索性，在本辞典某些辞目的释文中，对涉及到的名词术语作简要定性叙述，当作副辞目。这些副辞目用黑体字，在其后括号内附有英文对应词，并且列入目录和索引。

6. 本辞典附有辞目(包括副辞目)汉英两种文字的索引。汉字索引按第一个汉字的笔画顺序排列；笔画相同的，按第一笔的点(·)、横(一)、竖(|)、撇(丿)、折(ㄟ、丨、丁、乙)次序排列；第一个汉字相同的，按第二个汉字的笔画排列，余类推。为了便于熟悉汉语拼音的读者检索，汉语索引前有按辞目首字拼音排列的检字表。但辞典各部分的分装本一般不附索引。

《兵器工业科学技术辞典·车辆发动机》

编辑委员会

主 编 田士哲

副主编 吴兆汉 朱永孜

编 委 (按姓氏笔画顺序)

方嘉琪 王增全 田士哲 朱永孜 李益昆 吴兆汉

张保中 张振球 秦有方

联络员 王增全 (兼)

## 前 言

发动机技术在现代科学技术中占有重要位置。广义说来,任何一种直接利用某种能源转化成机械动力的原动机都可称为发动机。历史上发动机技术每一次进步,对社会生产及生活都产生深远的影响。19世纪70年代活塞式内燃机的发明,促成了20世纪初叶汽车与飞机工业的诞生与发展,并且很快在军用坦克、飞机、车辆上应用。20世纪40年代,燃气轮机成功地应用于航空工业,又成为军用动力的一个重要方向。当前对军事行动的机动性要求愈来愈高,各种发动机在军用领域的应用范围也愈来愈广。可以说发动机技术已成为决定军事行动机动性的重要因素。

辞典的这一部分主要叙述兵器行业中军用车辆发动机。鉴于这类发动机基本上属于高速大、中功率发动机的范畴,且当前仍以活塞式内燃机,尤其是增压柴油机为主,本部分的内容以增压柴油机为重点,对其原理、构造、设计、试验、维修、制造等方面常见的名词术语作了解释,同时兼顾颇有发展前途的机种,收录了燃气轮机及旋转活塞式内燃机原理和构造方面的辞目。此外,还收入了关于其他发动机的辞目。

本分册共收集辞目500多条。由于发动机的各个系统,如燃油供给、润滑、冷却、起动、进气、排气和电气系统与装甲车辆密切相关,所以关于这些系统的辞目有的收在辞典的车辆发动机部分,有的收在装甲车辆部分。

参加车辆发动机部分编写和审稿工作的有北京理工大学、山西车用发动机研究所、北方车辆研究所、山西柴油机厂、兵器科学研究院、装甲兵工程学院等单位工程技术人员80余人。全部稿件经兵器科学研究院朱永孜同志进行了技术统稿,山西车用发动机研究所张振球同志进行了文字统稿。由于我们水平有限,不妥之处在所难免,请读者指正。

《兵器工业科学技术辞典·车辆发动机》编委会

# 目 录

## 一、车辆发动机

车辆发动机	3—1
内燃机	3—1
往复式活塞式内燃机	3—1
燃气轮机	3—2
燃气透平机	
旋转活塞式内燃机	3—2
自由活塞式内燃机	3—2
自由活塞-燃气轮机装置	
柴油机	3—3
压燃式内燃机	
汽油机	3—3
火花点火内燃机	
氢气内燃机	3—4
多种燃料内燃机	3—4
增压柴油机	3—4
机械增压柴油机	3—5
涡轮增压柴油机	3—5
复合增压柴油机	3—5
气波增压柴油机	3—6
超高增压柴油机	3—6
哈凌巴系统	
增压汽油机	3—7
汽油喷射式汽油机	3—7
层状充量内燃机	3—8
层状充气内燃机	
风冷内燃机	3—8
气冷内燃机	
液冷内燃机	3—9
水冷内燃机	
绝热内燃机	3—9
隔热内燃机	
最少冷却内燃机	
低散热内燃机	

四冲程内燃机	3—10
二冲程内燃机	3—10
直列立式内燃机	3—10
直列卧式内燃机	3—11
对置气缸内燃机	3—11
V形内燃机	3—11
V形夹角	
X形内燃机	3—12
星形内燃机	3—12
对动活塞式内燃机	3—12
斯特林发动机	3—12
热气机	

## 二、往复式活塞式内燃机构造

往复式活塞式内燃机	
构造	3—14
曲柄连杆机构	3—14
机体	3—14
气缸体	3—15
曲轴箱	3—15
龙门式曲轴箱	
隧道式曲轴箱	
油底壳	
干式曲轴箱	
湿式曲轴箱	
气缸套	3—16
湿式气缸套	
干式气缸套	
气缸盖	3—16
气缸头	
气缸盖垫片	3—16
进、排气道	3—16
轴瓦	3—17
活塞	3—18
变压缩比活塞	3—18

活塞环	3—18
涨圈	
气环	
压缩环	
油环	
刮油环	
连杆	3—19
并列连杆	
叉形连杆	
主副连杆	
曲轴	3—20
整体式曲轴	
组合式曲轴	
飞轮	3—21
曲轴平衡块	3—21
平衡重	
减振器	3—21
无阻尼弹性减振器	
共振减振器	
有阻尼弹性减振器	
有阻尼无弹性减振器	
摆式减振器	
配气机构	3—22
顶置凸轮轴式配气	
机构	3—22
上置凸轮轴式配气机构	
推挺杆式配气机构	3—23
下置凸轮轴式配气机构	
挺柱	3—23
气门旋转机构	3—24
气门	3—24
气阀	
驱动机构	3—25
传动机构	
燃油供给系统	3—25



燃油滤清器 .....	3—26	电起动系统 .....	3—39	热反应器 .....	3—49
输油泵 .....	3—26	液压起动系统 .....	3—39	催化反应器 .....	3—50
低压泵		辅助汽油机起动系统 .....	3—40		
柱塞式喷油泵 .....	3—27	惯性起动系统 .....	3—40	<b>三、往复式内燃机原</b>	
高压泵		进气系统 .....	3—40	<b>理与技术指标</b>	
喷射泵		自然进气		上止点 .....	3—51
单体泵		非增压		上死点	
多缸泵		强制进气		内止点	
分配式喷油泵 .....	3—28	增压		下止点 .....	3—51
分配泵		低温起动措施 .....	3—41	下死点	
泵-喷油器 .....	3—29	排气系统 .....	3—41	外止点	
P-T 喷油装置 .....	3—29	排气消声器 .....	3—41	气缸工作容积 .....	3—51
P-T 系统		排气管和涡轮箱的		总排量	
柱塞偶件 .....	3—30	隔热 .....	3—42	压缩室容积 .....	3—51
出油阀偶件 .....	3—30	扫气泵 .....	3—42	气缸总容积	
出油阀卸压容积 .....	3—31	电气系统 .....	3—43	压缩比 .....	3—52
出油阀减压容积		蓄电池点火系统 .....	3—43	几何压缩比	
出油阀卸载容积		磁电机点火系统 .....	3—43	有效压缩比	
柱塞式喷油泵油量		晶体管点火系统 .....	3—44	工质 .....	3—52
控制机构 .....	3—31	高能点火系统 .....	3—44	可逆过程 .....	3—52
喷油器 .....	3—32	高能放电点火系统		不可逆过程	
喷油嘴偶件 .....	3—33	控制与调节系统 .....	3—45	示功图 .....	3—52
针阀偶件		机械式调速器 .....	3—45	<i>p-V</i> 图	
冒烟限制器 .....	3—33	全程式调速器		<i>p-φ</i> 图	
限烟器		两极式调速器		泵气损失	
紧急断油装置 .....	3—34	气动式调速器 .....	3—45	指示功	
化油器 .....	3—34	机械-液压式调速器 .....	3—46	温熵图 .....	3—53
汽化器		液压式调速器		<i>T-S</i> 图	
汽油泵 .....	3—34	电子自动控制系统 .....	3—46	示热图	
润滑系统 .....	3—34	喷油提前角自动调		循环 .....	3—53
机油泵 .....	3—35	节器 .....	3—46	热力循环	
机油泵限压阀 .....	3—36	油量校正器 .....	3—47	理想循环 .....	3—53
机油滤清器 .....	3—36	火花塞 .....	3—47	空气循环	
冷却系统 .....	3—37	冷却系统风扇传动 .....	3—48	卡诺循环 .....	3—54
水泵 .....	3—38	排气净化装置 .....	3—48	等容加热循环 .....	3—54
节温器 .....	3—38	曲轴箱强制通风装置 .....	3—48	奥托循环	
导风罩 .....	3—38	汽油蒸发损失控制		等压加热循环 .....	3—55
起动系统 .....	3—39	装置 .....	3—49	混合加热循环 .....	3—55
空气起动系统 .....	3—39	废气再循环装置 .....	3—49	涡轮增压柴油机循环 .....	3—55

- 混合加热循环
- 实际循环 .....3—56
- 工作循环
- 工作过程
- 实际工质的理论循环 ...3—57
- 混合物循环
- 换气过程 .....3—57
- 扫气过程 .....3—58
- 横流扫气 .....3—58
- 回流扫气 .....3—58
- 直流扫气 .....3—59
- 扫气泵扫气 .....3—59
- 曲轴箱扫气 .....3—59
- 配气相位 .....3—60
- 配气定时
- 时间-面积值
- 气门重叠
- 充量系数 .....3—60
- 充气系数
- 残余废气系数 .....3—61
- 换气损失 .....3—61
- 泵气损失
- 给气比 .....3—62
- 扫气过量空气系数
- 比耗气量 .....3—62
- 扫气系数 .....3—62
- 扫气效率 .....3—63
- 完全扫气
- 完全混合
- 进气马赫数 .....3—63
- 压缩过程 .....3—63
- 压缩多变指数
- 涡流比 .....3—64
- 理论的燃烧空气量 .....3—65
- 化学当量空气-燃料比
- 过量空气系数 .....3—65
- 化学当量混合气
- 理论混合气
- 浓混合气
- 贫氧混合气
- 稀混合气
- 富氧混合气
- 总过量空气系数
- 空气-燃料比 .....3—65
- 空-燃比
- 可燃混合气 .....3—66
- 分子变更系数 .....3—66
- 理论分子变更系数
- 实际分子变更系数
- 燃烧产物分解 .....3—66
- 混合气形成 .....3—66
- 供油率 .....3—66
- 几何供油速率
- 供油系数 .....3—67
- 供油特性 .....3—67
- 喷油泵的速度特性
- 喷油泵的负荷特性
- 喷雾特性 .....3—67
- 喷雾细微度
- 喷雾均匀度
- 油束锥角
- 油束贯穿度
- 喷射压力 .....3—67
- 针阀开启压力
- 喷油提前角 .....3—68
- 供油提前角
- 供油持续角 .....3—68
- 喷油持续角 .....3—68
- 压力波传播速度 .....3—68
- 喷油率 .....3—69
- 喷油速率
- 喷油规律
- 起动加浓 .....3—69
- 汽油机燃烧过程 .....3—69
- 正常燃烧
- 滞燃期
- 着火延迟期
- 诱导期
- 速燃期
- 后燃期
- 非正常燃烧
- 点火提前角 .....3—70
- 火焰前峰 .....3—70
- 火焰传播速度 .....3—70
- 燃烧速率 .....3—71
- 爆燃 .....3—71
- 爆震
- 敲缸
- 表面点火 .....3—72
- 迟延点火
- 早燃 .....3—72
- 激爆
- 隆震
- 轰击
- 汽油机燃烧室 .....3—72
- 柴油机燃烧过程 .....3—73
- 滞燃期
- 着火延迟期
- 速燃期
- 初燃期
- 缓燃期
- 主燃期
- 扩散燃烧期
- 后燃期
- 燃烧粗暴性 .....3—73
- 工作粗暴性
- 平均压力增长率
- 最大压力增长率
- 最高爆发压力 .....3—74
- 循环最高压力
- 放热规律 .....3—74
- 柴油机燃烧室 .....3—74
- 直接喷射式燃烧室
- 直喷式燃烧室
- 开式燃烧室
- 统一式燃烧室
- 半开式燃烧室

间接喷射式燃烧室	储备功率	速度特性 .....3—82
分开式燃烧室	持续功率	全负荷速度特性线
涡流室式燃烧室	减额功率	外特性线
预燃室式燃烧室	常用功率	部分负荷速度特性线
燃烧产物 .....3—75	经济功率	万有特性 .....3—83
燃烧模型 .....3—75	标准功率	综合特性
燃烧过程数学模型	单缸功率	多参数特性
单区燃烧模型	标准环境状况 .....3—78	调速特性 .....3—83
热力学模型	功率修正	螺旋桨特性 .....3—84
双区燃烧模型	标定功率 .....3—78	耗气特性 .....3—84
多区燃烧模型	升功率 .....3—79	流通特性
燃烧现象模型	热平衡 .....3—79	机油泵特性 .....3—84
零维模型	扭矩 .....3—79	水泵特性 .....3—85
准维模型	标定扭矩	油料滤清器特性 .....3—85
多维模型	最大扭矩	化油器特性 .....3—85
热量利用系数 .....3—76	转速 .....3—80	机械式调速器静力
膨胀过程 .....3—76	标定转速	特性 .....3—86
做功过程	最低工作稳定转速	调速器的不灵敏度 .....3—86
膨胀多变指数	最低空载稳定转速	机械式调速器不均
内燃机性能仿真 .....3—76	怠速	匀度 .....3—87
内燃机性能模拟	最高空载转速	不平衡度
内燃机热力循环仿真	适应性系数 .....3—80	调速率 .....3—87
循环功 .....3—77	扭矩适应性系数 .....3—80	瞬时调速率
平均有效压力 .....3—77	扭矩储备系数	稳定调速率
理论平均压力	转速适应性系数 .....3—80	经济性指标 .....3—87
平均指示压力	废气危害 .....3—80	燃料经济性
平均摩擦损失压力	排气烟度 .....3—81	燃油消耗率 .....3—87
机械效率 .....3—77	废气排放特性 .....3—81	比油耗
热效率 .....3—77	废气净化 .....3—81	耗油率
指示热效率	内燃机噪声 .....3—81	指示燃油消耗率
有效热效率	工况 .....3—82	有效燃油消耗率
功率 .....3—78	工作状况	机油消耗率 .....3—88
指示功率	标定工况	动力性指标 .....3—88
有效功率	满载工况	动力指标
机械损失功率	经济工况	适应性 .....3—88
冒烟极限功率	超载工况	起动性 .....3—88
最大功率	部分负荷工况	加速性 .....3—89
总功率	内燃机特性 .....3—82	强化系数 .....3—89
净功率	负荷特性 .....3—82	单位活塞面积功率 .....3—89

- 相似内燃机
- 惯性力系数 .....3—89
- 内燃机运转值
- 高速性 .....3—89
- 活塞平均速度
- 内燃机比重量 .....3—90
- 内燃机净重
- 单位体积功率 .....3—90
- 紧凑性系数
- 可靠性 .....3—90
- 保证期
- 保险期
- 韦布尔统计指数
- 使用寿命 .....3—91
- 大修平均间隔时间
- 气缸断油 .....3—91
- 气缸充量转送 .....3—92
- 四、往复式内燃机动力学与结构设计**
- 内燃机动力学 .....3—93
- 内燃机运动学 .....3—93
- 曲柄连杆机构惯性力 .....3—93
- 反转矩 .....3—93
- 倾覆力矩
- 颠覆力矩
- 扭矩不均匀度 .....3—94
- 曲轴旋转不均匀度 .....3—94
- 轴颈载荷图 .....3—94
- 轴颈磨损图
- 轴承载荷图 .....3—95
- 内燃机平衡 .....3—95
- 内燃机平衡正、反转
- 矢量分析法 .....3—95
- 曲轴系统扭转振动 .....3—96
- 曲轴系统自由扭转
- 振动 .....3—96
- 曲轴系统强制扭转
- 振动 .....3—96
- 曲轴系统强迫振动
- 带分支系统的曲轴
- 扭振 .....3—96
- 轴系扭振当量系统 .....3—97
- 自振频率 .....3—97
- 固有频率
- 霍尔兹法 .....3—97
- 曲轴扭振的相对振幅 .....3—98
- 振型图
- 结点
- 节点
- 曲轴扭振的共振 .....3—98
- 临界转速
- 内燃机主要结构
- 参数 .....3—99
- 气缸直径 .....3—99
- 缸径
- 活塞行程 .....3—99
- 活塞冲程
- 行程
- 行程缸径比 .....3—99
- 短行程内燃机
- 连杆长度 .....3—100
- 曲柄半径 .....3—100
- 曲轴回转半径
- 连杆比 .....3—100
- 气缸中心距 .....3—100
- 缸心距
- 气缸数 .....3—101
- 曲轴重叠度 .....3—101
- 发火次序 .....3—101
- 主副连杆关节角 .....3—102
- 主副连杆铰链销角
- 关节半径
- 热负荷 .....3—102
- 机械负荷 .....3—102
- 曲轴连续梁法计算 .....3—102
- 设计工况 .....3—103
- 计算工况
- 内燃机系列化 .....3—103
- 内燃机通用化 .....3—103
- 五、往复式内燃机增压**
- 内燃机增压 .....3—104
- 增压度
- 增压器 .....3—104
- 机械增压器 .....3—104
- 涡轮增压器 .....3—105
- 废气涡轮增压器
- 离心式压气机 .....3—106
- 离心式压缩机
- 离心式压气机叶轮 .....3—106
- 分流叶片
- 扩压器 .....3—107
- 压气机蜗壳 .....3—107
- 压气机壳
- 压气机空气流量 .....3—108
- 压气机转速 .....3—108
- 压气机的设计点 .....3—108
- 非设计点
- 气流进口角 .....3—108
- 子午流道 .....3—109
- 子午流面
- 压头系数 .....3—109
- 压力系数
- 流量系数 .....3—109
- 压气机增压比 .....3—110
- 压比
- 压气机绝热效率 .....3—110
- 涡轮增压器台架试验 .....3—110
- 压气机试验 .....3—111
- 压气机特性 .....3—111
- 堵塞
- 压气机喘振 .....3—112
- 喘振点
- 喘振流量
- 喘振线

涡轮.....3—112  
 透平  
 径流离心涡轮.....3—112  
 径流涡轮  
 喷嘴环.....3—113  
 喷嘴  
 导向器  
 涡轮箱.....3—113  
 无叶涡轮箱.....3—114  
 无叶蜗壳  
 径流涡轮转子.....3—114  
 涡轮轴  
 反动度.....3—115  
 反力度  
 冲击式涡轮  
 反动式涡轮  
 涡轮绝热效率.....3—115  
 涡轮增压器与内燃机  
 的匹配.....3—115  
 涡轮增压器的调节.....3—116  
 可变截面涡轮增压器  
 可调喷嘴环  
 涡轮箱旁通放气  
 可调扩压器  
 涡轮增压器总效率.....3—116  
 径流涡轮流通特性.....3—116  
 脉冲流量系数.....3—117  
 脉冲能量系数.....3—117  
 中间体.....3—117  
 涡轮增压器密封装置.....3—117  
 涡轮增压器轴承.....3—118  
 叶轮的超速破坏转速.....3—118  
 动平衡精度.....3—118  
 脉冲转换器.....3—118  
 模件式脉冲转换器  
 中冷器.....3—119  
 增压空气冷却器  
 空冷器  
 后冷器

空—空中冷器  
 空—水中冷器  
 管片式中冷器  
 板翅式中冷器  
 中冷器效率.....3—120

六、往复式内燃机

机的使用与修理

内燃机过热.....3—121  
 柴油机倒爆.....3—121  
 烧瓦.....3—121  
 空蚀.....3—121  
 穴蚀  
 气蚀  
 拉缸.....3—122  
 内燃机维护保养.....3—122  
 内燃机状态监测.....3—122  
 内燃机故障诊断.....3—123  
 内燃机的修理.....3—123  
 小修  
 大修  
 中修  
 单台修理  
 成批修理  
 内燃机待修零件的  
 清洗.....3—123  
 果核清理法  
 电化学清洗法  
 超声波清洗法  
 三氯乙烯清洗法  
 内燃机修理时零件的  
 鉴定.....3—124  
 内燃机零件修理技术.....3—124  
 修理尺寸.....3—124  
 免修尺寸  
 报废尺寸  
 维修率.....3—125  
 报废率  
 更换率

修理率  
 免修率

七、三角转子内燃机

三角转子内燃机.....3—126  
 汪克尔内燃机  
 转子内燃机  
 层状充量汽油转子内燃机  
 多种燃料转子内燃机  
 缸体型线.....3—126  
 转子轮廓线.....3—128  
 工作室容积.....3—128  
 几何容积  
 当量容积  
 热力学容积  
 转子内燃机工作过程.....3—129  
 转子内燃机有效功率.....3—129  
 转子内燃机主要结构  
 参数.....3—130  
 转子内燃机运动学.....3—130  
 转子机构的平衡.....3—131  
 相位齿轮机构.....3—131  
 转子内燃机转子.....3—132  
 转子内燃机缸体.....3—132  
 端盖.....3—132  
 中隔板  
 主轴.....3—133  
 气体密封组件.....3—133  
 气封件  
 转子机油密封件.....3—133  
 转子内燃机液冷系统.....3—134  
 转子内燃机润滑系统.....3—134  
 转子内燃机配气机构.....3—134  
 转子内燃机点火系统.....3—135

八、燃气轮机

单轴燃气轮机.....3—136  
 分轴燃气轮机.....3—136  
 双轴燃气轮机

- 三轴燃气轮机……3—136  
 燃气轮机的简单循环…3—137  
 燃气轮机的回热循环…3—137  
 燃气发生器……3—138  
 燃气轮机工况……8—138  
   燃气轮机工作状态  
   燃气轮机标定工况  
   最大工况  
   怠速工况  
 燃气轮机的瞬态特性…3—138  
 单轴燃气轮机特性……3—139  
 分轴燃气轮机特性……3—139  
 燃气轮机的起动过程…3—140  
   自持转速  
   解脱转速  
 转速热悬挂……3—140  
   热悬挂  
 临界转速……3—140  
 轴流式压气机……3—141  
 轴流式压气机转子……3—141  
 轴流涡轮转子……3—141  
 可调喷嘴环……3—142  
 燃气轮机燃烧室……3—142  
 回热器……3—142  
   间隔式回热器  
   蓄热式回热器  
 减速器……3—143  
 燃油泵……3—143  
 燃油调节器……3—144  
 喷油嘴……3—144  
 燃油分配器……3—145
- 九、燃料、润滑剂与冷却液**  
 车辆发动机燃料……3—146  
 石油馏分……3—146  
 粘度……3—146  
   动力粘度  
   运动粘度  
   相对粘度
- 粘温特性……3—146  
   粘度指数  
   凝点……3—147  
   凝固点  
   倾点  
   浊点……3—147  
   混浊点  
   沸点……3—147  
   始沸点  
   初馏点  
   终馏点  
   干点  
   终沸点  
   抗爆性……3—147  
   抗爆指数  
   辛烷值……3—147  
   十六烷值……3—148  
   闪点……3—148  
   自燃温度……3—148  
   残炭……3—148  
   残炭值  
   灰分……3—148  
   硫含量……3—149  
   燃油蒸发性……3—149  
   汽阻  
   饱和蒸气压……3—149  
   胶质……3—149  
   腐蚀性……3—149  
   润滑油(内燃机用)……3—150  
   润滑油添加剂……3—150  
   清净分散剂  
   降凝剂  
   抗氧化剂  
   缓蚀剂  
   增粘剂  
   粘度指数改进剂  
   油性添加剂  
   抗泡沫添加剂  
 润滑脂……3—150
- 稠化剂……3—150  
   燃料热值……3—150  
   高热值  
   低热值  
 发动机冷却液……3—151
- 十、试验、试验仪表与装置**  
 发动机台架试验……3—152  
   定型试验  
   出厂试验  
   定期抽查试验  
 起动试验……3—152  
 调速性能试验……3—152  
 负荷特性试验……3—153  
   调整特性试验  
 速度特性试验……3—153  
 使用特性模拟试验……3—153  
 万有特性试验……3—154  
 空载特性试验……3—154  
   空载油耗试验  
 最低空载稳定转速  
   试验……3—154  
   怠速试验  
 标定功率工作稳定性  
   试验……3—154  
 最低工作稳定转速  
   试验……3—154  
 各缸工作均匀性试验…3—154  
   各缸工作均匀性试验  
   负荷特性试验  
 机械效率测定……3—155  
 热平衡试验……3—155  
 噪声测定……3—156  
 排气排放测定……3—156  
 机油消耗率测定……3—156  
 加速性试验……3—157  
 曲轴扭转振动测定……3—157  
 线性振动测量……3—157  
 模拟故障试验……3—157

背压试验·····3—158	节流式空气流量计·····3—170	曲轴铣削·····3—181
内燃机环境试验·····3—158	涡轮流量计·····3—171	曲轴动平衡·····3—181
高压油管压力波测定···3—158	旋涡流量计·····3—171	排气门充钠·····3—182
喷油规律测定·····3—159	热线风速仪·····3—171	精密偶件配磨·····3—182
喷雾特性测定·····3—159	激光多普勒流速计·····3—172	精密偶件配对磨削
气门运动规律测量·····3—159	激光测速计	精密偶件间隙测量·····3—182
磨合试验·····3—160	扭振测量仪·····3—172	喷孔加工·····3—183
磨合	烟度测定·····3—172	喷孔流量测量·····3—183
功能试验·····3—160	烟迹式烟度计·····3—173	铜套真空吸铸·····3—184
验收试验·····3—160	滤纸式烟度计	铝基合金轴瓦制造·····3—184
可靠性试验·····3—160	波许烟度计	铜基合金轴瓦制造·····3—184
零部件疲劳试验·····3—161	消光式烟度计·····3—173	白合金轴瓦制造·····3—185
循环温度试验·····3—161	透光式烟度计	轴瓦减磨金属镀覆·····3—185
热冲击试验·····3—161	哈特里奇式烟度计	轴瓦双曲线型面加工···3—185
温载联合试验·····3—161		轴瓦弧长测量·····3—186
浸水试验·····3—162		半圆高度测量
倾斜试验·····3—162	<b>十一、专用工艺与材料</b>	增压器涡轮真空精铸···3—186
水力测功机·····3—162	气缸套平台珩磨·····3—175	增压器压气机叶轮石膏型
直流平衡电力测功机···3—163	气缸套平台珩磨表面	低压铸造·····3—187
电涡流测功机·····3—163	的评定·····3—175	转子发动机缸体
联轴器·····3—164	气缸套磷化·····3—176	型面加工·····3—187
联轴节	铝活塞可溶盐芯铸造···3—176	铝合金精炼工艺·····3—187
内燃机测试技术·····3—164	铝活塞低温阳极氧化···3—177	铝合金净化工艺
最高爆发压力测量·····3—165	硬质阳极氧化	吸附精炼
示功图测量·····3—165	铝活塞裙部喷涂石墨···3—177	非吸附精炼
燃烧分析仪·····3—166	切口热定形法制造	铝合金充氧压铸·····3—187
压缩压力测定·····3—166	活塞环·····3—177	铝合金加氧压铸
上止点测量·····3—166	靠模成形法制造活	高压釜铸造·····3—188
活塞温度测量·····3—167	塞环·····3—177	铝合金固溶热处理·····3—188
瞬时温度测量·····3—167	活塞环鼓形加工·····3—178	铝铁浸铸法·····3—188
活塞温度场热电模拟	活塞环喷钼·····3—178	冷凝钎焊·····3—188
试验·····3—167	活塞环松孔镀铬·····3—179	铝体光孔装螺柱·····3—189
排气温度测量·····3—168	活塞环多孔性镀铬	液体喷丸·····3—189
扫气系数示踪测定法···3—168	活塞环的永久变形	质量定心钻中心孔·····3—189
磨损测试·····3—168	测量·····3—179	热去毛刺·····3—189
漏气量测定·····3—169	活塞环径向压力分布	深冷压配工艺·····3—190
窜气量测定	测量·····3—180	双性电极镀铜·····3—190
计算机控制试验台·····3—169	活塞环圆周压力分	感应镀铜
闪光测频仪·····3—169	布测量	渗碳感应淬火复合
瞬时转速测量·····3—170	活塞环弹力检验·····3—180	热处理·····3—190
燃油消耗率测定·····3—170	连杆喷丸·····3—181	绝热内燃机用隔热
	连杆大小端分别称重···3—181	材料·····3—190

# 一、车辆发动机

## 车辆发动机

vehicle engine; automotive engine

驱动坦克、汽车、拖拉机等各种履带和轮式车辆的原动机。主要是往复式内燃机，也有少数燃气轮机。

坦克发动机的主要结构特征、动力性和经济性指标应保证坦克的战术技术要求。坦克机动性在很大程度上取决于发动机性能。坦克发动机最主要的结构和动力特性是单位体积功率，其值越大，发动机的体积越小，从而便于在空间有限的坦克动力舱内布置。此外，对坦克发动机还有如下的要求：工作平稳、重量轻、外形便于在车内布置；各外挂附件以及发动机总成在野战条件下易于更换；燃油消耗率低，且能使用多种燃料；加速性好，低速扭矩大；冷却介质和机油带走的热量少；排气温度低，以利于坦克对热探测和热寻的兵器的防护；低温下易于起动；在各种恶劣条件（如恶劣气象条件、山地、水下和放射性污染等）下能可靠工作；保养所需时间少，等等。

其它车辆发动机的单位体积功率要求不如坦克发动机严格，起动性、加速性和扭矩特性要求相类似，而在经济性、振动、噪声和排气污染等方面，要求更严格。

初期的坦克采用汽车或飞机的汽油机作动力源。本世纪30年代末期才出现专用的坦克柴油机——苏БД-2柴油机。第二次世界大战中，苏联在T-34坦克上成功地使用了B-2柴油机。50年代后期，各国先后研制出专用的柴油机作为主战坦克的发动机。现代主战坦克发动机功率已达1100kW。80年代初期，美国在M1坦克上开始使用燃气轮机。目前燃气轮机的主要不足是燃油消耗率和制造成本高于柴油机。

（秦有方撰文；吴大昌、陈永锺审稿）

## 内燃机

internal combustion engine

燃料直接在发动机内部燃烧的热力发动机。从广义上讲，包括活塞式内燃机、涡轮喷气发动机及火箭发动机等。习惯上，现在只把活塞式内燃机称作内燃机。内燃机在军用中占重要地位是由于具有其它热机不能与之相比的优点：主要是热效率最高、尺寸小、重量轻、移动方便、功率覆盖范围广、起动迅速、耗水量少（风冷内燃机不需要水）、维护使用简便。缺点是工作噪声大，废气中含有害成分。内燃机广泛用于各种战斗车辆（坦克、步兵战车、装甲输送车、自行火炮、导弹发射车、雷达车等）。部队运输、火炮牵引、野战发电、军事工程机械、海军舰艇等方面都大量使用内燃机。它在国民经济中也获得广泛应用。

自1876年德国奥托的汽油机问世以来，内燃机的发展日益完善，现在已达相当高的水平。在可以预见的未来，内燃机仍将是中小功率范围最主要的原动机。

（秦有方撰文；吴大昌、陈永锺审稿）

## 往复式内燃机

reciprocating internal combustion engine

燃料在气缸内燃烧，所产生的热能通过曲柄连杆机构转变成机械能的内燃机。其工作循环由进气、压缩、燃烧、膨胀及排气等过程组成。在进气过程中，新鲜充量从气缸外部经进气系统进入气缸，然后在封闭的气缸内由活塞压缩。在压缩过程接近终了的上止点前开始燃烧过程，在此过程中，燃料的热——化学能释放出来，使气缸内气体的温度、压力急剧升高。在燃烧、膨胀过程中，气体压力推动活塞并经曲柄连杆机构使曲轴旋转，输出有效功。在排气过程



中, 气缸内的废气排至外部。如此周而复始, 完成内燃机的连续运转。内燃机的类型很多, 按实现循环方式分四冲程内燃机和二冲程内燃机; 按使用燃料种类分汽油机、柴油机、煤气机和多种燃料内燃机; 按着火方式分电火花点火的外源点火式内燃机和压缩着火的自燃式(又称压燃式)内燃机; 按冷却方式分液冷式、风冷式和绝热内燃机; 按进气方式分自然吸气内燃机和增压内燃机; 按气缸数分单缸机和多缸机; 按气缸排列型式分直列立式、直列卧式、V型、X型、星型、对动活塞式和对置气缸式等型式的内燃机。

(秦有方撰文; 吴大昌、陈永锜审稿)

### 燃气轮机

gas turbine

又称**燃气透平机**。用燃气作工质连续工作的叶片式内燃机。最简单的燃气轮机由压气机、燃烧室和涡轮三大部件组成。由大气吸入压气机的空气经压缩到一定压力后送入燃烧室, 与燃油混合后燃烧, 高温燃烧产物流入涡轮进行膨胀, 推动叶片旋转做功; 废气由涡轮出口排入大气。涡轮和压气机同轴, 除驱动压气机, 还向外输出有效功。燃气轮机的类型很多。按工作循环分简单循环、回热循环、中冷循环及再热循环等燃气轮机。按轴系结构分单轴燃气轮机、分轴(又称双轴)燃气轮机及三轴燃气轮机。为适应车辆需要和获得较好的变工况性能及经济性, 往往采用较复杂的循环及多轴式燃气轮机。与活塞式内燃机比较, 燃气轮机的优点是: 尺寸小、重量轻、结构简单、冷启动方便、振动小、不用水冷却、机油消耗量小、排气污染低。发动机的功率越大, 优点越明显。缺点有: 热效率偏低, 在部分负荷时更明显; 涡轮叶片要用优质耐热合金钢制作, 加工精度高, 生产成本低; 空气消耗量大, 空气滤清器尺寸大。

早在40年代末已开始坦克上试验用燃气轮机作动力。1950年, 罗弗(Rover)公司研制

出第一辆装燃气轮机的汽车。然而, 早期把燃气轮机应用到车辆上的尝试并不很成功。随着技术的进步, 60年代中期瑞典S(Strv103)坦克采用双主动力驱动, 即柴油机(常用)加燃气轮机(紧急用)。80年代初期美国主战坦克采用燃气轮机动力。

(秦有方撰文; 吴大昌、陈永锜审稿)

### 旋转活塞式内燃机

rotary engine

活塞作连续旋转运动的内燃机。实现这种构思的结构方案很多, 按运动型式大致可分成: 均速型、差速型、行星型三种。其中正式生产的只有50年代由德国工程师F. 汪克尔(F. Wankel)研制成功的行星型三角转子内燃机。其工作原理与四冲程内燃机相同: 每循环由进气、压缩、燃烧、膨胀、排气等过程组成。与往复活塞式内燃机相比, 优点是: 结构简单、尺寸小、重量轻; 没有往复机构, 工作平稳、振动小。缺点是: 扭矩特性和经济性差; 受结构限制, 密封和燃烧质量有待进一步完善; 压缩比较低。现在生产的旋转活塞式内燃机多是化油器式电点火的汽油机。目前使用这种内燃机较多的是小轿车、轻型卡车, 少数用于快艇、军用车辆和直升机。

(秦有方撰文; 吴大昌、陈永锜审稿)

### 自由活塞式内燃机

free piston engine

又称**自由活塞-燃气轮机装置**(free piston-gas turbine power unit)。自由活塞气体发生器产生的燃气送入燃气轮机膨胀做功并由后者输出功率的热机。结构示意图见下页图。自由活塞气体发生器P又称自由活塞发气机, 包括动力室9、左右对称的压缩室3、气垫室1、储气室6、左右对称的压缩活塞2与动力活塞10组成的活塞组、进气门4、排气门5、喷油器8、进气窗口7、排气窗口11等。活塞组将气垫室、压缩室和动力室隔开, 并在这三个室的气体压力作