



新农村 一技之长 问答精编丛书
XINNONGCUN YIJIZHICHANG WENDA JINGBIAN CONGSHU

柴油机维修

百问百答

主 编 母忠林
副主编 敬利辉



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书以问答的形式系统地介绍了柴油机,尤其是农用柴油机的基础知识、使用保养要求、故障检修方法和各类疑难故障案例,具有较强的针对性和实用性。一问一答的方式便于读者查阅,具有很好的工具书特性。

本书可以作为广大农机行业柴油机维修服务人员和操作者的入门教材和操作指导资料,也可作为技术院校柴油机相关专业师生的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

柴油机维修百问百答/母忠林主编. —北京:机械工业出版社, 2011.5

(新农村一技之长问答精编丛书)

ISBN 978-7-111-33945-8

I. ①柴… II. ①母… III. ①柴油机-维修-问题解答 IV. ①TK428-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第053928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:连景岩 责任编辑:连景岩 版式设计:张世琴
责任校对:刘怡丹 封面设计:王伟光 责任印制:杨曦
北京中兴印刷有限公司印刷

2011年7月第1版第1次印刷

130mm×184mm·8印张·178千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-33945-8

定价:19.80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

销售一部:(010)68326294

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

门户网:<http://www.cmpbook.com>

教材网:<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着农业机械化的普及，柴油机在农业机械上获得了广泛的应用。但是，由于农用柴油机的使用保养、维修与故障排除等的专业技术人员相对较少及维修资料的相对缺乏，给这类柴油机的使用者和维修者都带来了不少的麻烦。很多农机设备（包括柴油机）由于使用保养不到位或因为小故障未能及时排除而造成了严重的损坏，不仅没能发挥出农机设备效率高的优越性，而且还成为拥有者的负担。

我们编写此书的目的就是从（农用）柴油机使用者和维修者的角度出发，以简洁、通俗、易懂和实用为前提，讲述各类柴油机（包括单缸和多缸柴油机）的结构原理、使用保养、维修、故障诊断与排除方面的知识和经验总结，有针对性地为广大柴油机使用者和维修者提供尽可能多的各类柴油机使用维修知识、故障分析与经典案例，以达到为广（农用）柴油机维修服务人员 and 农机设备使用者拓宽柴油机维修服务与故障诊断思路的目的。

本书可以作为（农用）柴油机维修服务人员、操作人员了解柴油机使用维修知识的入门教材，也可作为相关人员操作使用、维修保养柴油机的指导性资料和相关技术院校柴油机专业师生的参考资料。

本书由“中国柴油机服务网（<http://www.cndeser.com>）”高级工程师母忠林任主编，武汉铁路客运专线基础设施维修基地工程师敬利辉任副主编，参与本

书编写的还有北京理工大学珠海学院的母哲轩。

本书所涉及的柴油机的技术数据或参数，如有与制造厂家的相关数据或参数不符者，以制造厂家数据为准。书中若有不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一篇 柴油机基础知识篇

1.01	什么是柴油机？	1
1.02	柴油机是如何分类的？	1
1.03	柴油机由哪些部分组成？	3
1.04	曲柄连杆机构机体组的组成及其功用有哪些？	4
1.05	曲柄连杆机构活塞连杆组的组成与功用有哪些？	6
1.06	曲轴飞轮组的组成及其功用有哪些？	9
1.07	平切口连杆与斜切口连杆有何区别？	12
1.08	什么是柴油机的配气机构？	14
1.09	什么是柴油机的传动机构？	15
1.10	什么是柴油机的燃料供给系统？	17
1.11	什么是柴油机的润滑系统？	18
1.12	什么是柴油机的冷却系统？	19
1.13	什么是柴油机的起动系统？	22
1.14	什么是柴油机的增压系统？	22
1.15	柴油机废气涡轮增压系统的特点有哪些？	24
1.16	柴油机的主要性能指标有哪些？	26
1.17	柴油机的常用术语有哪些？	27
1.18	什么是柴油机的配气相位？	29
1.19	什么是柴油机的喷油提前角？	32
1.20	什么是柴油机的气门间隙？	33
1.21	四冲程柴油机的工作原理是什么？	35
1.22	二冲程柴油机的工作原理是什么？	37

1.23	多缸柴油机的工作顺序是如何确定的？	41
1.24	柴油机喷油器的主要类型有几种？	43
1.25	什么是柴油机单体泵燃油喷射技术？	46
1.26	什么是柴油机的电控高压共轨燃油喷射系统？	48
1.27	什么是柴油机的废气再循环（EGR）技术？	51
1.28	柴油机的排放物质有哪些及其有何危害？	52
1.29	如何改善柴油机的排放指标？	53
1.30	什么是柴油机用的布袋除尘器？	55
第二篇	柴油机使用保养篇	57
2.01	新购买的或大修后的柴油机应该怎样验收？	57
2.02	为什么要保养柴油机？柴油机的技术保养分哪几级？	58
2.03	柴油机的日常维护保养有哪些内容？	59
2.04	柴油机使用维护一级技术保养有哪些内容？	61
2.05	柴油机使用维护二级技术保养有哪些内容？	62
2.06	柴油机使用维护三级技术保养有哪些内容？	63
2.07	柴油机夏季使用时应该注意哪些问题？	64
2.08	柴油机首次使用时的注意事项有哪些？	65
2.09	柴油机正确的起动方法是什么？	66
2.10	降低柴油机燃油消耗量的方法有哪些？	68
2.11	柴油机起动时的十个“禁忌”是什么？	69
2.12	柴油机供油系统的保养要求有哪些？	71
2.13	柴油机燃油的选用要求及注意事项有哪些？	72
2.14	柴油机机油的选用要求有哪些？	73
2.15	进气系统空气滤清器使用保养要求有哪些？	77
2.16	供油系统管路中有空气时如何处理？	78
2.17	如何降低柴油机的机油消耗量？	79
2.18	柴油机油底壳机油油面为什么会升高？	81
2.19	为什么不能堵塞机油压力指示器上的“两孔”？	81
2.20	为什么柴油机机油压力指示器红色浮标忽上忽下？	82

2.21	机油压力指示器为什么没有显示?	83
2.22	柴油机高速运转时的机油压力为何比低速时低?	84
2.23	柴油机机油压力降低的原因有哪些?	84
2.24	试运转(磨合期)后的机油为什么必须更换?	85
2.25	怎样正确使用和保养柴油机的冷却系统?	86
2.26	柴油机产生过热的原因是什么? 怎样预防?	87
2.27	柴油机冷却系统(漏水)故障的判断方法有哪些?	88
2.28	起动柴油机时为何会反转,有什么危害?	90
2.29	怎样延长拖拉机驱动 V 带的使用寿命?	90
2.30	农用柴油机使用过程中有哪些不规范现象?	91
2.31	农用柴油机换季保养注意事项有哪些?	94
2.32	农用柴油机的冬季保养要求有哪些?	96
2.33	玉柴农用柴油机的使用与维护要求有哪些?	97
2.34	电控柴油机使用保养的一般要求有哪些?	101
2.35	农用柴油机使用维护中的九个“禁忌”是什么?	105
2.36	柴油机常用的低温起动方法有哪些?	106
2.37	为什么不能堵住柴油机曲轴箱上的通风装置?	109
2.38	增压柴油机使用过程中最关键的注意事项是什么?	112
第三篇 柴油机维修方法篇		115
3.01	高压油泵的维修要点有哪些?	115
3.02	喷油器的维修要点有哪些?	115
3.03	多缸柴油机喷油器的故障确认方法有哪些?	117
3.04	多缸柴油机喷油提前角的检查调整方法有哪些?	118
3.05	怎样用经验法调整单缸柴油机喷油器的喷油压力?	120
3.06	怎样检测气缸间隙?	121
3.07	怎样诊断活塞敲缸声?	122
3.08	如何修复 6135 型柴油机 B 型高压油泵凸轮轴 的断裂故障?	123
3.09	怎样检查活塞销与连杆衬套间隙?	125

3.10	如何诊断和确定连杆衬套与连杆轴瓦的异响?	126
3.11	怎样正确安装柴油机湿式气缸套?	127
3.12	怎样检测柴油机气缸压缩余隙?	129
3.13	曲柄连杆机构的维修注意事项有哪些?	129
3.14	怎样检查判断柴油机漏气的故障?	133
3.15	怎样检查和调整单缸柴油机的气门间隙?	134
3.16	进、排气门使用维修注意事项有哪些?	135
3.17	柴油机气门漏气的原因与防止措施有哪些?	136
3.18	如何进行气门导管与气门弹簧座的安装?	138
3.19	柴油机维修过程中应注意哪些问题?	139
3.20	怎样预防柴油机“捣缸”故障的发生?	142
3.21	湿式气缸套“掉头”的原因是什么?	143
3.22	造成气缸盖底平面翘曲的原因与预防措施有哪些?	144
3.23	柴油机曲轴断裂故障产生的原因与预防措施有 哪些?	145
3.24	如何拧紧多缸柴油机的缸盖螺栓?	146
3.25	如何调整四缸柴油机的气门间隙?	147
3.26	柴油机冷却系统运行故障的急救方法有哪些?	151
3.27	如何判断单缸柴油机供油时间的早与晚?	153
3.28	柴油机气缸垫损坏后的应急修理方法有哪些?	153
3.29	清除柴油机燃烧室积炭有哪几种方法?	154
3.30	柴油机曲轴油封漏油故障的原因与安装要求是 什么?	157
3.31	怎样排除柴油机排气管冒黑烟的故障?	158
3.32	怎样排除柴油机排气管冒白烟的故障?	160
3.33	怎样排除柴油机排气管冒蓝烟的故障?	161
3.34	如何更换气缸盖上的喷油器套?	161
3.35	怎样诊断柴油机功率不足的故障?	163
3.36	如何更换柴油机的干式气缸套?	164
3.37	柴油机哪些零件装配时应先涂抹机油?	166

3.38	如何简易修复柴油机轴瓦的尺寸?	167
3.39	柴油共轨车不着车的故障原因和诊断方法有哪些?	169
3.40	如何检修柴油机调速器的故障?	171
3.41	柴油机发生飞车时和飞车后应采取哪些措施?	178
3.42	柴油机飞车后再次使用时应注意哪些问题?	179
3.43	柴油机起动困难时的应急处理方法有哪些?	181
3.44	柴油机运行过程中突发故障的应急处理方法有 哪些?	186
3.45	如何检测诊断柴油机的异响故障?	190
第四篇 柴油机故障案例篇		194
4.01	柴油机故障诊断有哪些方法?	194
4.02	为什么柴油机增压器废气涡轮外壳会被烧红?	195
4.03	为什么柴油机的机油温度会过高?	197
4.04	为什么柴油机的机油压力会不正常?	198
4.05	五十铃车柴油机为什么会出现起动困难的故障?	200
4.06	五十铃柴油机为什么会出现不能熄火的故障?	201
4.07	柴油机高速时失控的原因有哪些?	202
4.08	缸套裂纹漏水导致柴油机温度过高的原因是什么?	204
4.09	柴油机气门为什么会顶活塞?	206
4.10	柴油机喷油器常见故障有哪些?	209
4.11	农用单缸柴油机为什么会出现热机起动困难故障?	212
4.12	农用柴油机回油阀故障为什么会运行异常?	213
4.13	气门摇臂轴座与摇臂为什么会连续折断?	215
4.14	X6130 柴油机为什么会出现飞车故障?	217
4.15	柴油机为什么会出现动力不足故障?	219
4.16	柴油机加油口为什么会排机油?	220
4.17	柴油机曲轴为什么总是断裂?	221
4.18	柴油机为什么会出现捣缸故障?	223
4.19	依维柯柴油机为什么敲缸?	225



4.20	依维柯柴油机为什么会怠速不稳?	226
4.21	依维柯柴油机转速为什么下降?	227
4.22	太脱拉柴油机汽车为什么冒黑烟?	229
4.23	扬柴 4102Q1 柴油机为什么冒蓝烟?	231
4.24	江淮 HFC1060 型汽车柴油机为什么有异响?	231
4.25	康明斯柴油机为什么会动力不足?	232
4.26	东风汽车康明斯柴油机为何会怠速不稳?	234
4.27	柴油机突然熄火后曲轴为什么不能转动?	236
4.28	小型农用柴油机故障检修案例集锦	238

第一篇

柴油机基础知识篇

1.01 什么是柴油机？

柴油机是用柴油作燃料的内燃机。柴油机属于压缩点火式发动机，它又常因主要发明者德国人鲁道夫·狄塞尔的名字而被称为狄塞尔发动机。

柴油机在工作时，吸入柴油机气缸内的空气因活塞的运动而受到较高程度的压缩，可以达到 $500 \sim 700^{\circ}\text{C}$ 的高温。然后，将燃油以雾状喷入高温空气中，与高温空气混合形成可燃混合气，自动着火燃烧。燃烧中释放的能量作用在活塞顶面上，推动活塞运动，然后通过连杆和曲轴的旋转运动转换为机械功。因此，柴油机实际上就是一部将燃料的化学能转换为机械能并对外输出动力的机器。它以柴油为燃料，所以称为柴油机。

农用柴油机是柴油机家族中的一个分类，因其主要用于农业机械（如灌溉水泵、拖拉机、联合收割机等），故称为农用柴油机。玉柴四缸农用柴油机的外形如图 1-1 所示。

小型农用柴油机以单缸柴油机为多，有风冷（图 1-2a）和水冷（图 1-2b）等机型结构。

1.02 柴油机是如何分类的？

柴油机种类繁多，其分类方式有：按工作循环可分为四冲程和二冲程柴油机；按冷却方式可分为水冷和风冷柴油

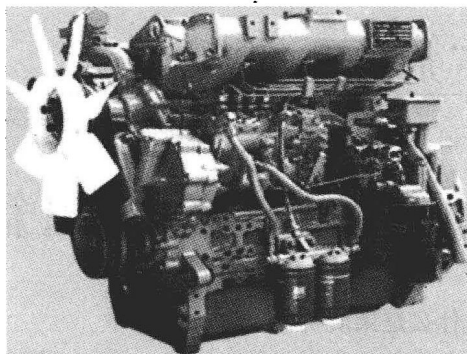
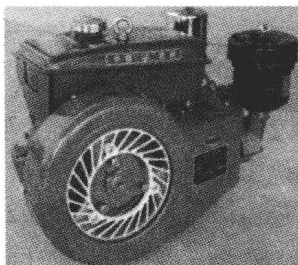
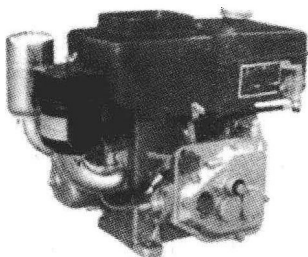


图 1-1 玉柴四缸农用柴油机的外形



a)



b)

图 1-2 小型单缸农用柴油机

a) 风冷式 b) 水冷式

机；按进气方式可分为增压和非增压（自然吸气）柴油机。按转速可分为高速柴油机（大于 1000r/min ）、中速柴油机（ $350 \sim 1000\text{r/min}$ ）和低速柴油机（小于 350r/min ）；按燃烧室可分为直接喷射式、涡流室式和预燃室式柴油机；按气缸数目可分为单缸柴油机和多缸柴油机；按布置方式可分为直列式柴油机、V 型柴油机、水平对置柴油机、星型柴油机、王字型柴油机等。车用柴油机以直列和 V 型布置为多。

1.03 柴油机由哪些部分组成？

虽然柴油机有许多种型式，具体构造也不完全一样，但其基本结构都是一样的。柴油机的基本结构包括：曲柄连杆机构、配气机构、传动机构、燃油供给系统、润滑系统、冷却系统和起动系统（俗称三大机构、四大系统）。小型卧式单缸风冷柴油机的基本结构如图 1-3 所示。

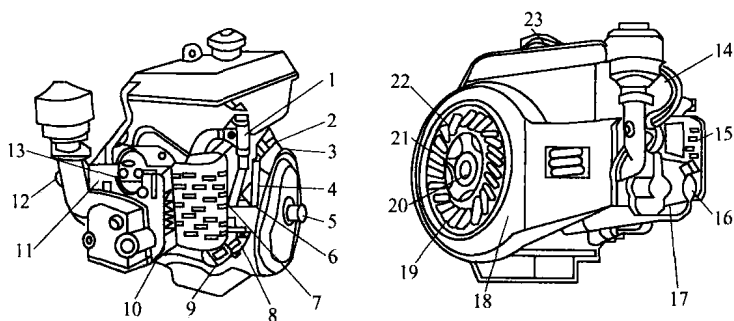


图 1-3 小型卧式单缸风冷柴油机的基本结构

- 1—油箱开关 2—调速板 3—调速手柄 4—调速弹簧 5—起动齿轮
6—调速轴连接臂 7—输油管 8—进油管接头 9—高压油泵 10—气缸盖
11—气门室 12—油塞系带 13—喷油器 14—回油管 15—消声器
16—减压手柄 17—气门室盖 18—导风罩 19—叶片
20—飞轮固定螺母 21—曲轴 22—飞轮 23—吊环

曲柄连杆机构、配气机构和燃油供给系统是柴油机的三大基本部分，它们互相配合，完成柴油机的工作循环，实现能量转换。柴油机在使用过程中，必须对以上各部分予以充分重视，不可忽视任何一个部分，否则，柴油机的正常工作将无法保证，甚至会造成柴油机的严重损坏。

对于现代柴油机而言，在上述基本结构的基础上，通过

增加增压系统（提高进气压力）而成为增压柴油机，通过对供油系统的电控化而成为电控柴油机（包括电控共轨柴油机和电控单体泵柴油机）。

1.04 曲柄连杆机构机体组的组成及其功用有哪些？

图 1-4 所示为四缸柴油机的机体组，它是柴油机曲柄连杆机构的基础件，也是整台柴油机的基础件。它包括气缸体、曲轴箱、气缸套、气缸盖、气缸垫等零部件。

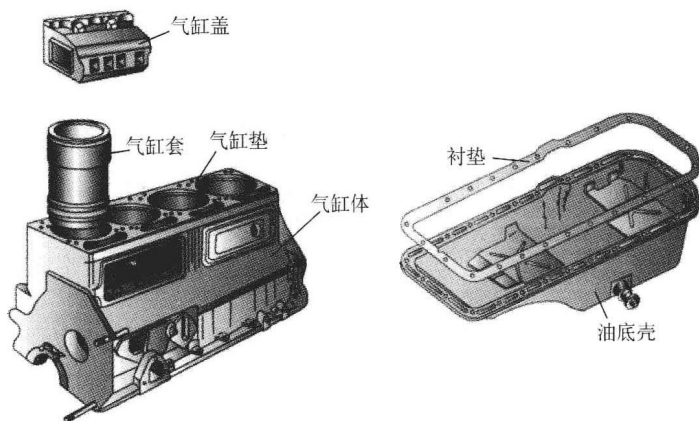


图 1-4 四缸柴油机的机体组

1. 气缸体和曲轴箱

机体为气缸体、气缸水套和曲轴箱形成一体的部件，但也有些机型的机体与曲轴箱分为两个部件，以紧固件相连接，如 160 系列柴油机。机体是内燃机用以安装各主要零部件的基体，可保证运动零件的正常运转。常见的机体有以下几类：卧式单缸机机体、立式单缸机机体、立式多缸机机体。

机体常见的损坏情况为水冷机型在冬季严寒气温时被冻裂和连杆螺栓断裂导致连杆击破曲轴箱壁，在这种情况下才需要更换气缸体。在单缸柴油机上以机件零件形式供应，在多缸机上因需要配套的主轴承盖、凸轮轴衬套、主轴承螺栓、气缸盖螺栓等零件，故一般均以气缸体机械合件的形式提供，否则无法保证主轴孔等的尺寸精度。

2. 气缸套

气缸内壁与活塞顶部、气缸盖底面共同构成燃烧工作容积，因而承受燃烧气体的高温与压力。气缸内壁对活塞的往复运动起导向作用，同时也受到两者间的相对高速运动产生的摩擦，因而对材质有较高的要求。

在水冷内燃机中气缸套根据其外表面是否与冷却液直接接触，可分为干式缸套和湿式缸套两种。在风冷内燃机中空气直接冷却气缸，在气缸外壁铸有散热片以增大散热面积，以达到有效、均匀的冷却。湿式气缸套外表面直接与冷却液接触，散热好，拆装方便，一般柴油机都采用这种结构。干式气缸套直接与缸体接触，一般为钢质薄壁气缸套，壁厚为2.5~3.5mm，与气缸体之间为滑动配合，用手轻压旋转就可装入。当气缸套磨损过大或磨损不均匀形成椭圆度和锥度时会产生漏气，需要及时更换。

3. 气缸盖和气缸垫

(1) 气缸盖 它位于气缸的上部，密封气缸并形成燃烧室顶面，承受高的燃气压力和温度，并经过它传出部分燃烧产生的热量。气缸盖内布置有进排气通道、进气门、排气门及气门导管。水冷柴油机气缸盖内布置有冷却液道，风冷柴油机气缸盖上布置有散热片。有些柴油机气缸盖上布置有分开式的燃烧室。

气缸盖常见的损坏情况是气缸盖冻裂；在两个气门座之间，气缸盖水套积水垢过多导致冷却效果不好而烧裂；长期工作后气缸底平面平面度超差过大。在这些情况下需要更换气缸盖。

(2) 气缸垫 气缸盖和机体之间装有气缸垫，以保证燃烧室的密封，防止高温高压燃气的泄漏，同时密封机油和冷却液的通道。气缸垫具有一定的弹性，能补偿接合面的平面度与粗糙度，保持好的密封性。风冷柴油机的气缸垫结构简单，一般为一片圈形薄铜片。

(3) 气缸盖螺栓及螺母 气缸盖螺栓及螺母用来夹紧气缸盖、缸垫并有防止气缸盖平面长期在高温情况下工作容易发生翘曲变形的作用。气缸盖螺栓为非标准件，有较大的预紧力（铁牛-55C、东方红-802 为 $180 \sim 210 \text{ N} \cdot \text{m}$ ；195 型柴油机为 $245 \text{ N} \cdot \text{m}$ ），故拧紧螺母时必须按生产厂使用说明的规定，用扭力扳手并按气缸盖螺母坚固顺序（多缸机由中心向两端，单缸机按对角线方向）分 2~3 次逐步拧紧气缸盖螺母。

1.05 曲柄连杆机构活塞连杆组的组成与功用有哪些？

活塞连杆组由活塞、活塞环、活塞销、活塞销挡圈、连杆、连杆轴瓦、连杆螺栓、连杆螺母等组成，如图 1-5 所示。

(1) 活塞 活塞在高温（ 2000°C 左右）、高压（ 8.8 MPa 左右）燃烧气体的作用下，在气缸内进行往复直线运动，属于容易磨损的零件（易损件）。它的顶面承受燃气压力；环带部用以装置活塞环（气环和油环）；销座部用以装配活塞销，燃气压力通过它传递给连杆；裙部在活塞往复直线运动中起导向作用，并承受侧压力。装配时裙部与缸套之间必须保持一定的间隙，以防止活塞受热膨胀后在气缸

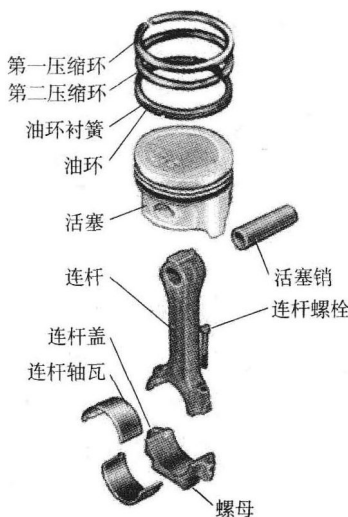


图 1-5 曲柄连杆机构连杆活塞组的组成

套内卡死，如 S195 型柴油机的装配间隙为 $0.19 \sim 0.255\text{mm}$ ，当间隙因磨损增大到极限值 0.42mm 时或裙部有较大面积的拉损且痕深在 0.1mm 以上时应更换活塞。在多缸机上活塞连杆还需要按重量配套装配，在同一台柴油机上必须装用同一重量组的活塞和同一重量组的连杆，以保证各缸间运动惯量的平衡，减小扭振。活塞不同重量组别用不同的字母表示，活塞的材料用铸造铝硅合金。

(2) 活塞环 活塞环（图 1-6）基本外形为一矩形断面的开口圆环。活塞环和活塞一起密封燃烧室，将活塞的热量传导到气缸套，以使气缸壁面的机油分布均匀和防止窜泄，另外活塞环还对活塞起支承作用，使其在往复运动中稳定、平顺。