

524485

S195 / S1100A / D180 型 柴油机使用与维修

常州柴油机厂 编

北京科学技术出版社



本书系统地介绍了常州柴油机厂生产的 S195、S1100A、D180 型柴油机的工作原理、结构特点、技术规格、安装配套、操作调整、维护保养、故障排除等方面的知识，并附有柴油机零部件图册等技术资料。

本书是 S195、S1100A、D180 型柴油机和以这些柴油机配套的各种机械、设备的操作、维修人员必备的工具书，也可作为技术培训教材。

S195 / S1100A / D180 型柴油机使用与维修

常州柴油机厂 编

*

中国农机院农业机械图书编辑部编辑

(北京德胜门外北沙滩 1 号 · 邮政编码: 100083)

责任编辑 高 海

*

北京科学技术出版社出版

(北京西直门外南路 19 号)

中国农机院农业机械图书编辑部激光照排

北京世界知识印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 · 各地新华书店经售

*

开本: 787×1092 1/16 · 印张: 10.5 · 字数: 256 千字

1989 年 8 月北京第一版 · 1989 年 8 月北京第一次印刷

印数: 0.001 ~ 5,000 册

ISBN 7-5304-0522-5 / T · 106 定价: 4.80 元

前 言

1987年4月3日,第100万台12马力S195型柴油机通过了常州柴油机厂总装流水线。17年来,以常柴牌卧式、单缸、水冷柴油机为动力的手扶拖拉机、小四轮拖拉机、机械翻斗车、小型船舶行驶在祖国大江南北、东海之滨、天山脚下……,为我国社会主义经济建设作出了贡献。17年来,以东风牌卧式、单缸、水冷柴油机为动力的水泵机组、发电机组、农副加工机组活跃在东南亚乡村、非洲赤道线……挤身74国农机市场,为第三世界经济发展推波助澜。

为了适应我国农业经济体制改革和不断深入发展的需要,常州柴油机厂在1983年和1986年又相继研制开发并推出了两种新产品——8马力D180型柴油机和15马力S1100A型柴油机。它们与S195型柴油机共同组成系簇产品,至1987年底累计已出厂3万台,其主要配套分别为机动三轮运输车和小四轮拖拉机,亦已向巴基斯坦、泰国、印尼和秘鲁出口。

S195、S1100A和D180三种柴油机的总体结构基本相似:除了均为卧式、单缸、水冷、四冲程、涡流室式燃烧室之外,尚均采用增速起动、齿轮传动、单轴或双轴平衡机构、曲轴输出动力、压力与飞溅复式润滑、抗式消声器、油浴式空气滤清器……,其中S1100A型柴油机与S195型柴油机的通用化系数高达90%以上。

S195、S1100A和D180三种柴油机在冷却方式、起动方式上分别有蒸发式与散热器式;手摇起动与电起动之区分。我们以代号N表示散热器冷却,以代号M表示电机起动,并以手摇起动与蒸发冷却为基本型(无代号)。经排列组合,除基本型三种柴油机之外,变型柴油机尚有八种:即S195N、S195M和S195NM;S1100AN、S1100AM和S1100ANM;D180N和D180NM。

为了满足多层次、多用途和多区域的使用要求,常州柴油机厂还发展了4kW、5kW、7.5kW、9.5kW、15kW交流发电机组;带06型和16型齿轮箱的船用机组;配4英寸、6英寸、8英寸水泵机组;JZQ-280型制砖机组;7GJ12-100(140、160)型船用挂桨机组;以及数十种配套机型。

本书比较系统而又深入浅出地向用户介绍了常州柴油机厂产品的工作原理、结构特点、技术规格、安装配套、操作调整、维护保养、故障排除等方面的基本知识,以便指导操作人员熟悉柴油机,合理使用好柴油机,以充分发挥其效能。

本书第一章至第四章第一节由巩宪美助理工程师执笔;第四章第二节至第八章由史小健工程师执笔;书中插图由潘跃芳、周绯、冯伊青、张耘和宋常军描制;全书由卞文昌高级工程师校阅并作修改,张国梁高级工程师审阅。

由于编者水平有限，书中可能有不妥之处，敬请读者予以指正，以便再版时修改。

在组织本书编写、编辑、出版过程中，承蒙中国农业机械化科学研究院科学技术情报研究所高海副所长以及厂各级领导和有关部门的支持、帮助，在此一并致谢。

编 者

一九八八年十月

目 录

前 言

第一章 概 述	1
第一节 柴油机概述	1
第二节 柴油机主要动力、经济性指标	3
第三节 内燃机产品名称和型号编制规则	4
第二章 柴油机构造	5
第一节 曲柄连杆机构	5
第二节 机体等固定构件	16
第三节 配气机构	24
第四节 进、排气系统	29
第五节 燃油、调速系统	32
第六节 润滑系统	40
第七节 冷却系统	45
第八节 起动系统	48
第三章 柴油机装配与调整	53
第一节 柴油机部装与总装	53
第二节 柴油机技术状态调整	57
第四章 柴油机操作与技术保养	66
第一节 柴油机的操作	66
第二节 柴油机的技术保养	71
第五章 柴油机拆卸与封存	74
第一节 柴油机的拆卸	74
第二节 柴油机的封存	77
第六章 柴油机运转性常见故障及其排除	78
第一节 柴油机起动困难	79
第二节 柴油机功率下降	80
第三节 柴油机排气烟色不正常	80
第四节 柴油机油耗增大	81
第五节 柴油机运转不平稳或突然自行停机	82

第六节	柴油机出现异常响声	83
第七节	柴油机机油压力过低	84
第七章	柴油机零部件图册	85
第一节	S195 型柴油机零部件图册	85
第二节	S195NM 型柴油机补充零部件图册	99
第三节	S1100A 型柴油机零部件图册	105
第四节	S1100ANM 型柴油机补充零部件图册	119
第五节	S1100A 型柴油机与 S195 型柴油机不通用零件表	123
第六节	D180N 型柴油机零部件图册	124
第七节	D180 型柴油机补充零部件图册	139
第八节	柴油机外形和安装图	140
第八章	附 录	143
附录一	柴油机技术规格、配合间隙和拧紧力矩	143
附录二	柴油机主要配套机械	148
附录三	常州柴油机厂产品目录	150
附录四	柴油机行业常用计量单位和计算公式	154
附录五	常柴牌柴油机保用期与“三包”服务	156
附录六	常州柴油机厂简介	159

第一章 概 述

第一节 柴油机概述

一、单缸柴油机构造

图 1-1 为单缸、四行程（也称冲程）柴油机构造示意图。圆筒形气缸套 8 安装在机体中，活塞通过活塞销 7 与连杆 4 小头相连。连杆大头滑套在曲轴 6 连杆轴颈上。曲轴主轴颈支承在主轴承上。因此，圆柱形活塞 3 在气缸套内沿其中心线作往复直线运动时，就可以带动曲轴作旋转运动。活塞往复运动一次，曲轴旋转一圈。气缸上部安装气缸盖 9，在活塞顶部与气缸盖之间构成密闭空间作为燃烧室。装在气缸盖上的进气门 10 和排气门 2，自动地按规律启闭。而喷油器则来自喷油泵——高压油管的燃油按定时、定压、定量，并成雾状地喷入燃烧室中，与空气混合、着火燃烧后推动活塞做功。

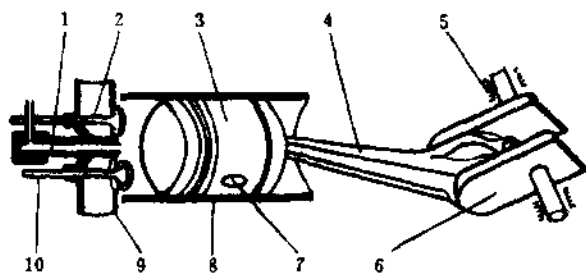


图 1-1 单缸柴油机构造

1—喷油器 2—排气门 3—活塞 4—连杆 5—机体 6—曲轴
7—活塞销 8—气缸套 9—气缸盖 10—进气门

二、柴油机工作机理、常用术语和工作过程

1. 柴油机工作机理

柴油机是以柴油为燃料，将柴油在气缸内部燃烧放出的热能，通过曲柄连杆机构转变成机械能对外做功的一种热力机械。为此，在柴油机的机体与气缸盖上须设置曲柄连杆机构、配气机构和燃油供给系统。它们互相联系、密切配合，按照一定的规律不断地把燃料与空气送进气缸内混合并燃烧，使所产生的高温、高压气体推动活塞，并由连杆带动曲轴旋转，转化为机械能通过曲轴对外做功。继而，排出残余废气，吸入新鲜空气，如此周而复始地进行循环工作。

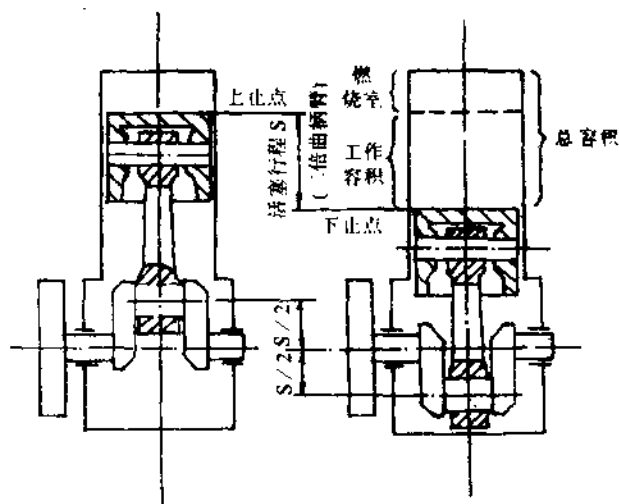


图 1-2 活塞位移图

上述机构在运动过程中会产生摩擦。油、气混合，燃烧放热又使零件发热。所以，柴油机尚须配备润滑系统和冷却系统。此

外, 为使柴油机从静止状态进入运转、工作, 还须设置起动装置等等。

2. 常用术语

(1) 活塞止点和行程 (图 1-2)

活塞在气缸内运动时, 距曲轴旋转中心的极端位置称为止点。当活塞在气缸中作往复运动时, 活塞顶面距曲轴中心线距离最远时的活塞位置称为上止点; 当活塞在气缸中作往复运动时, 活塞顶面距曲轴中心线距离最近时的活塞位置称为下止点。上、下止点之间的距离称为活塞行程 (或活塞冲程), 它等于曲轴曲拐半径的两倍。

(2) 气缸容积

活塞顶在上、下止点之间形成的气缸容积, 称为“气缸工作容积” (即活塞排量), 用 V_h 表示。当活塞位于上止点时, 活塞顶以上全部空间, 称为燃烧室或压缩容积, 用 V_c 表示。活塞位于下止点时, 活塞顶以上的全部空间称为气缸的总容积, 用 V_a 表示。即:

$$\text{气缸总容积 } (V_a) = \text{压缩容积 } (V_c) + \text{气缸工作容积 } (V_h)$$

(3) 压缩比

气缸总容积与压缩容积之比, 称为压缩比。用 ϵ 表示。即:

$$\text{压缩比} = \frac{\text{气缸总容积}}{\text{压缩容积}} \quad (\epsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_c + V_h}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c})$$

压缩比反映了活塞从下止点移到上止点时, 气缸内气体被压缩的程度。压缩比愈大, 压缩终了时空气的温度和压力亦愈大。压缩比对柴油机的性能有重要影响。

(4) 工质

工质即为工作介质, 主要是空气、燃料和残余废气组成的混合物。

3. 四行程柴油机工作过程

吸气——压缩——燃烧、膨胀——排气。这四个过程分别由四个行程完成的柴油机称为四行程柴油机。完成这个工作循环, 需要活塞在气缸中往复两次, 即曲轴旋转两圈。

(1) 吸气行程 (图 1-3a)

吸气行程开始时, 曲轴靠惯性或外力使连杆带动活塞从上止点向下止点移动, 此时排气门关闭而进气门开启。活塞顶上面的空间逐渐增大, 气缸内的气体压力下降并略低于大气压。新鲜空气在压力差的作用下, 经过空气滤清器、进气管和进气道进入气缸。活塞到达下止点时, 进气行程结束, 进气门关闭, 新鲜空气充满了气缸。此时, 气缸内的气体压力约为 83 千帕 (0.85 公斤力/厘米²)。

为使新鲜空气能尽可能多地进入气缸, 通常适当延长进气门开启持续时间。即进气门早开迟闭 (相当于上止点与下止点而言)。所以, 实际进气行程长于一个活塞行程 (活塞一个行程相当于 180° 曲轴转角)。例如, S195 型柴油机的进气持续时间达到 240° 曲轴转角。

(2) 压缩行程 (图 1-3b)

进气行程结束后, 进、排气门逐渐关闭, 活塞由下止点向上止点移动, 压缩行程即开始。于是, 气缸内空气的容积逐渐减小, 受到压缩, 其压力与温度逐渐升高。活塞到达上止点时, 气体容积被压缩到最小。此时, 气缸内空气压力可达 2943~4905 千帕 (30~50 公斤力/厘米²), 温度可达 500~600℃, 比柴油的自燃温度 (300~500℃) 要高出 200~300℃

左右。使喷入气缸内的雾化柴油能够自行着火并迅速燃烧。

(3) 膨胀（作功）行程（图 1-3c）

压缩行程终止前即活塞接近上止点时，喷油泵将一定量的柴油，经过高压油管，从喷油嘴以一定的压力呈雾状地喷入燃烧室，油雾与热空气迅速混合，经过一系列复杂的物理、化学反应后着火燃烧使混合气的温度和压力进一步急剧上升并放出大量热能。燃烧气体的压力与温度在上止点稍后时达到最大值。最高压力约 5886~8829 千帕(60~90 公斤力/厘米²)，最高温度可达 1500~2000℃。高温高压气体推动活塞向下止点移动，燃气随之逐渐膨胀，压力和温度逐渐下降。作功行程结束时，气缸内压力约降为 196 千帕(2 公斤力/厘米²)，温度约降为 500℃左右。

(4) 排气行程（图 1-3d）

从排气门打开到关闭，将燃烧后的废气从气缸中排出的过程为排气行程。它包括自由排气阶段：即利用工质自身的压力（高于大气压）自由排气。强制排气阶段：即由活塞向上止点运动而进行强制性排气。

由此可见，四行程柴油机只有一个行程为作功行程。其余三个辅助行程是靠飞轮将作功行程部分动能储存起来所释放出来的转动惯量，克服了摩擦力和其它阻力，带动曲柄连杆机构运动而完成的。

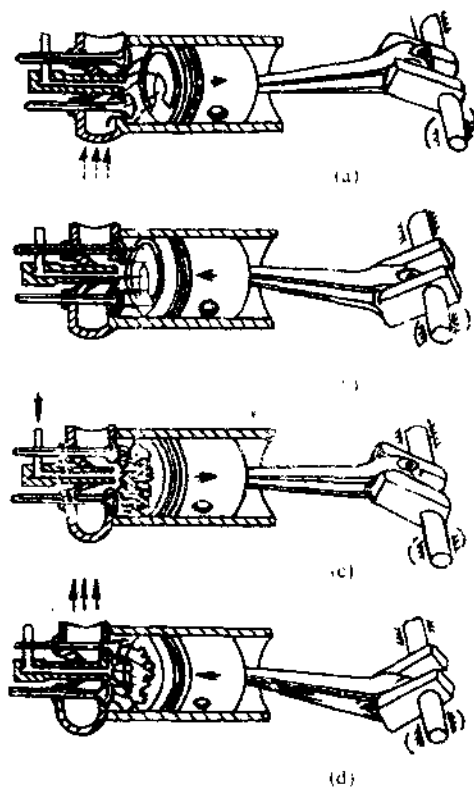


图 1-3 四行程柴油机工作过程示意图

a—吸气行程—吸入新鲜空气 b—压缩行程—压缩气缸充
量并喷入柴油 c—膨胀作功行程—混合气着火燃烧膨胀
d—排气行程—排出废气

第二节 柴油机主要动力、经济性指标

一、有效扭矩

有效扭矩是指柴油机由曲轴即通过飞轮或皮带轮向外传递给配套机械的力矩。即柴油在气缸内燃烧、膨胀作功所产生的力，除克服自身摩擦损失、泵气损失和驱动辅助装置（水泵、油泵、风扇、发电机等）消耗之外，最后在输出轴上可以获得的供外界使用的力矩。

有效扭矩常用代号 M_e 表示，法定计量单位为牛顿米 (N·m)，过去常用单位为公斤力米 (kgf·m)。

二、有效功率

有效功率是指柴油机在单位时间内输出轴向外作有效功的量。常用代号 N_e 表示，法定计量单位为千瓦 (kW)，过去常用单位为马力 (PS)。

按我国国家标准规定：柴油机的铭牌标定功率为四种：15 分钟功率、1 小时功率、12

小时功率和持续功率。其含义是指柴油机在指定的相应时间内，连续运转所应该发出的最大有效功率。不同的配套，要求不同的标定功率。如拖拉机与工程机械用柴油机，一般以 12 小时功率作为标定功率。

三、标定转速

单位时间内，动力输出轴在标定功率时规定的转数，单位为转/分 (r/min)。柴油机在达到标定转速时，才宜于发出相应的标定功率。

四、有效燃油消耗率

有效燃油消耗率即耗油率，指柴油机单位有效功的燃油消耗量，即每小时输出 1 千瓦功率所耗油量（克）。法定计量单位为克/千瓦小时 ($g/kW \cdot h$)，过去常用单位为克/马力·小时 ($g/PS \cdot h$)。柴油机对外作相同功所耗燃料的多少，表示了该机经济性的优劣。

第三节 内燃机产品名称和型号编制规则

一、柴油机的命名

按内燃机所用燃料进行命名：即用柴油作为燃料的内燃机，称为柴油机。

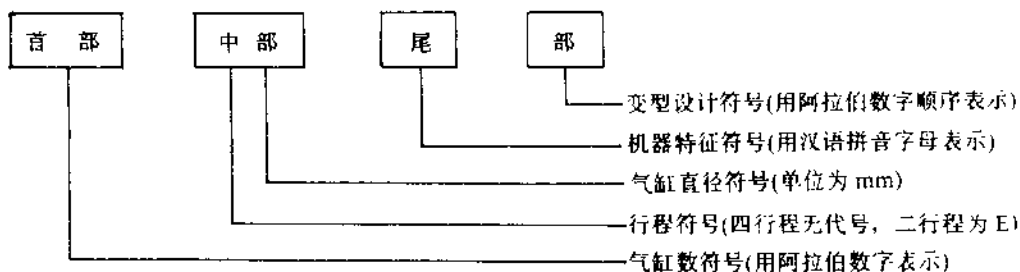
二、柴油机型号编制规则

柴油机型号应能反映出它的主要结构和用途特征。按我国国家标准规定：内燃机型号的命名由几个阿拉伯数字和几个汉语拼音字母组成。

“首部”表示柴油机气缸数符号，用数值表示缸数。

“中部”表示柴油机系列代号，由行程符号和缸径符号组成。二行程用“E”表示，四行程则不用符号。缸径符号用数值表示。

“尾部”表示柴油机特征符号和变型设计符号。如 Q 表示汽车用，T 表示拖拉机用等。而“—1”则表示第一次变型（或配套）设计。



有时在内燃机型号首部之前再加上一个汉语拼音字母，表示该机特有的结构特点或企业名称等。

如：S195-1 型柴油机。首部：1 表示一个气缸。中部：该机系四行程柴油机，故无行程代号；气缸直径为 95 毫米。尾部：该机系通用型柴油机，故无特征代号；变型设计符号“—1”，表示该机为第一次变型设计产品。而首部之前的字母“S”，则用来表示该机与其它同类型产品相比而具有独特的双轴平衡机构之意。

第二章 柴油机构造

第一节 曲柄连杆机构

一、曲柄连杆机构的功能与组成

1. 曲柄连杆机构的功能

曲柄连杆机构是柴油机实现工作循环，完成能量转换的机构。其功能是在做功行程中，将活塞在高温高压燃气推动下所作的直线运动转变为曲轴的旋转运动，即把柴油燃烧所产生的热能，转变为机械能对外输出做功。而在排气、进气和压缩行程时，又靠飞轮之惯性将曲轴的旋转运动变成活塞的往复直线运动，完成柴油机整个工作循环。

2. 曲柄连杆机构的组成

(1) 活塞连杆组

活塞连杆组包括活塞、活塞环、活塞销、连杆衬套、连杆、连杆盖、连杆瓦和连杆螺钉等零部件。

(2) 曲轴飞轮组

曲轴飞轮组包括曲轴、传动齿轮、飞轮和皮带轮等零部件。

(3) 平衡机构

平衡机构包括上、下平衡轴，传动齿轮，滚动轴承等零部件。

二、活塞连杆组

活塞连杆组由活塞、活塞环、活塞销、连杆组等组成，由图 2-1 所示。

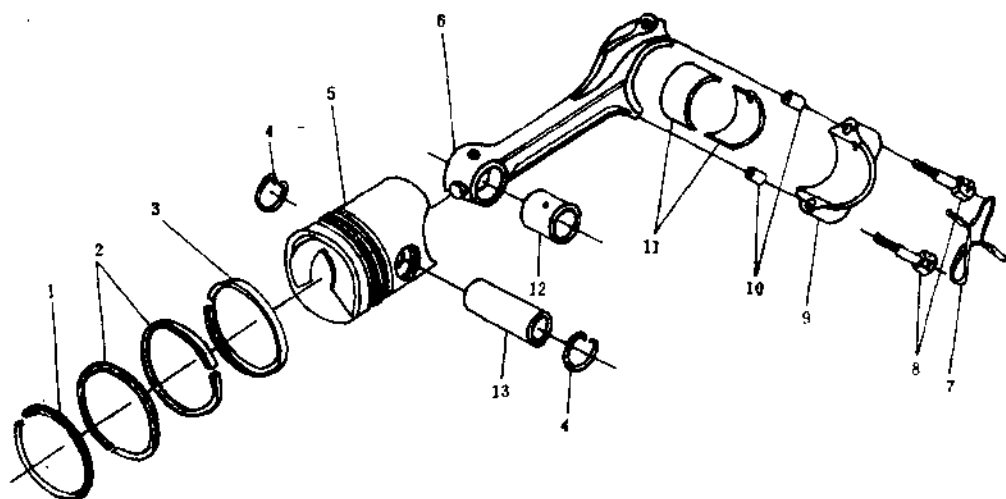


图 2-1 S195 型柴油机活塞连杆组

- 1-气环(1) 2-气环(2, 3) 3-油环 4-活塞销挡圈 5-活塞 6-连杆 7-保险铅丝
8-连杆螺钉 9-连杆盖 10-定位套管 11-连杆轴瓦 12-连杆衬套 13-活塞销

1. 活塞

(1) 活塞的功能

活塞直接承受燃气所产生的高温与高压，并将压力经活塞销传给连杆，带动曲轴旋转，亦将热量经活塞环传给气缸盖并由冷却水带走。活塞顶部与气缸盖共同构成主燃烧室（涡流室称为副燃烧室）。

(2) 活塞的工作条件

高速 当柴油机工作转速为 2000~2400 转/分时，对行程为 115 毫米的活塞而言，在气缸中往复运动的平均速度可达 7.6~9.2 米/秒。

高压 活塞顶部承受燃气的爆发压力通常为 6867~8829 千帕（70~90 公斤力/厘米²）。对缸径为 95 毫米的活塞而言，其总的压力可达 61906~79600 牛顿（6317~8122 公斤力）。此外，它还要承受高速直线运动产生的惯性力和由连杆摆动引起的侧压力。

高温 工质燃烧后最高瞬时温度可达 1500~2000℃，压缩终了及排气终了时，工质的温度仍高达 500~700℃，但吸气过程中进入气缸冲刷活塞顶的却是常温空气。所以，活塞顶受到高温与常温气流的交替作用。

由此可见，活塞的工作条件相当恶劣，是柴油机的关键零件之一。要求活塞材质的强度高（尤其是热强度和疲劳强度），导热性好，线膨胀系数小并且耐磨性好。S195、S1100A、D180 型柴油机的活塞选用共晶铝硅合金材料（含硅量为 12% 左右）。这种材料基本能满足使用要求，缺点是导热性略低。

(3) 活塞的结构

活塞大致可分为三部分：即头部、裙部和销座（见图 2-2）。

活塞头部 活塞销以上部分（包括顶部与环岸）称为活塞头部。它直接受高温燃气爆发压力，并经活塞销传力于连杆。它与气缸盖底面、气缸套构成主燃烧室并与活塞环一起配合密封工质。S195、S1100A 型柴油机活塞顶部制有深度为 2.6~3 毫米的半环铲击型凹坑。D180 型柴油机活塞顶部则制成深度为 2 毫米的圆形凹坑（见图 2-3）。凹坑的功能是引导从涡流室里冲出来的工质，在此再作旋流运动，即引起二次涡流混合，以使工质进一步的充分燃烧，提高热效率。

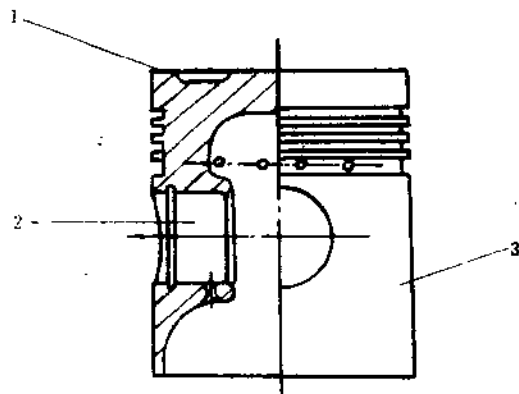


图 2-2 活塞结构示意图

1-头部 2-销座 3-裙部

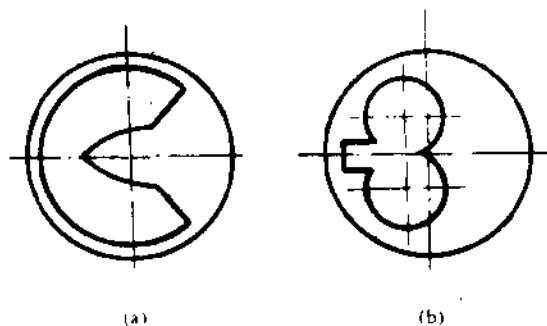


图 2-3 活塞顶部凹坑形状

(a)S195、S1100A 型柴油机活塞顶部 (b)D180 型柴油机活塞顶部

环岸 环岸包括火力岸（即第一道环以上的环岸）和环槽（安装活塞环用）。S195、S1100A、D180 型柴油机均有四道环槽，上面三道安装气环，第四道安装油环。油环槽底一般钻有数个孔通活塞内腔，由油环刃口刮下的机油沿此小孔一部分进入连杆衬套、活塞销座，一部分流回曲轴箱。

活塞裙部 活塞最低一道环槽以下部分称为裙部。它与气缸直接接触，起着导向作用和承受侧压力作用。由于活塞销座轴线方向的热膨胀较大，也由于销座在承受活塞销对它的作用力时会产生变形（形如八字形），所以一般预先将活塞裙部的截面制成椭圆形。活塞裙部椭圆的短轴与销座轴线相一致，以使其在工作时热状态下能有膨胀的余地，而不至于卡死在气缸套中。活塞裙部椭圆度一般为 0.18~0.20 毫米。此外，活塞裙部的承推面位于椭圆长轴处，它与气缸套壁之间的最小配合间隙在冷态下一般为 0.14~0.22 毫米。该间隙可通过试验按冷机时避免过大的“敲缸”泄漏损失及重负荷时不发生咬缸为原则折衷选择。除此之外，活塞裙部轴心方向的温度场（亦即热膨胀）自上向下逐渐降低，因此为尽量使裙部沿轴线方向与气缸套能均匀而良好地贴合，裙部母线通常制成圆锥形。近来已出现了中凸（腰鼓形）型线活塞，实践证明它能与气缸套贴合得更好。

活塞销座 活塞销座位于活塞中部，用作安装并支承活塞销。销孔内两端的环形槽用来安装挡圈，对活塞销起轴向限位作用。销孔下侧常设油孔，用来收集飞溅油雾，润滑销与座摩擦副。

由于传递爆发压力，销座上侧为承压处，所以一般均设法予以加强。例如：S195、S1100A、D180 型柴油机活塞销座均通过双辐射斜筋与活塞顶连接起来，使其刚度与强度都有所提高。此外，在销座上侧还挖出一凹坑（例如：R8 毫米，深 10 毫米），从而使销座亦具有良好的弹性，能在一定程度上适应活塞销的变形，有利于防止活塞发生拉缸、咬缸等现象。

(4) 活塞常见损坏形式

活塞不正常磨损（通常指裙部） 正常磨损的活塞裙，一般呈光洁而白亮色。如若出现纵向条纹（眼睛可以看出），则往往是由机油中混入的泥沙、灰尘、铁屑等硬性杂质引起的磨料磨损造成。这种磨损是不正常的，应通过加强滤清及按规定更换机油等措施予以消除。

拉缸（或咬缸） 拉缸是指活塞裙部（主要在销座轴向垂直方向的承压面上）与缸套表面出现较粗糙的纵向刻痕；而咬缸则是指活塞被卡死在缸套内，表面甚至产生金属熔着的现象，此时柴油机无法运转。

产生拉缸（或咬缸）的常见原因为：活塞与缸套接触面机油不足，呈干摩擦状态，或是机油中混有泥砂、铁屑等尖硬杂质造成较严重的磨料性磨损；活塞与缸套在受热膨胀后以及受力后均产生变形，有可能造成局部的配合间隙过小，甚至产生过盈配合。主轴承孔中心线与气缸中心线的垂直度超差，俗称“三眼”不直，或者连杆小头因某种不正常的因素造成弯曲，都致使活塞在运动时容易“别住”；活塞环折断，或者因积炭过多使活塞环卡在环槽中而失去活动能力；等等。

“杀头” “杀头”是指活塞头部沿油环槽处发生断裂的现象。油环槽处在头部与裙部的交界处，其下方与销座的承力部位——上部连接，顶部以及环区质量的惯性力亦作用于此处，加之一般在油环槽中间钻有一定数量的回油孔，所以截面积又受到削弱，从而成为活塞的强度薄弱区域。在拉、压力交变作用下，油孔处容易产生裂纹，继续发展后最终导致断裂。目

前,一般可通过增大活塞环槽截面和适当增加壁厚予以克服。

2. 活塞环

(1) 活塞环的功能

活塞环按其功能可分为气环和油环。

气环的功能 气环具有两种功能,主要功能是与活塞一起密封气缸的工作腔,减少压缩气体和高温、高压燃气漏入曲轴箱。另一功能是将活塞头部部分热量传给气缸套。活塞环依靠自身的弹力和密封气体之压力,使其外圆紧压在气缸套内表面,形成第一密封面。密封气体亦将环压紧在环槽的侧面上,形成第二密封面。如果密封失效,将导致压缩压力下降,柴油机起动困难、功率下降;亦会导致窜气加剧(俗称下并气大)、曲轴箱压力升高、漏油加剧,机油老化加速、缸壁上油膜受损、摩擦加剧等一系列故障。因此,从某种意义上讲,气环的密封关系到活塞式内燃机是否能正常地工作,应予以足够的重视。

油环的功能 油环的功能是布油和刮油,见图2-4。活塞上行时,它可将机油均匀地涂布在气缸壁表面上。活塞下行时,它又可将气缸壁上多余的机油刮下,并经回油孔流回曲轴箱等处,减少因机油上窜面造成的结胶和机油消耗量。

(2) 活塞环断面形状

对活塞环断面形状设计要求:①增强密封性能。②改善磨合(与缸套的匹配)性能。③提高刮油能力。④避免发生熔着磨损(活塞环“拉缸”)现象。

活塞环常见断面形状有以下几种:

矩形环 由于矩形环加工工艺简单、易于保证所要求的压力分布,漏光检验其废品率低,故应用较广。

桶面环 桶面环的特点是环的外圆表面制成凸圆弧形(如图2-5所示),其优点有:①上、下运动时均能形成油楔,从而创造良好的润滑条件。②能很好适应活塞的摆动,从而避免边缘负荷。③与气缸接触面积小,故密封性好。④开始工作时也是线接触,所以磨合快。S195、S1100A型柴油机第一道活塞环均采用桶面环。

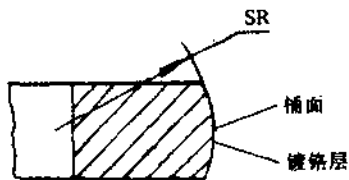


图2-5 桶面镀铬环

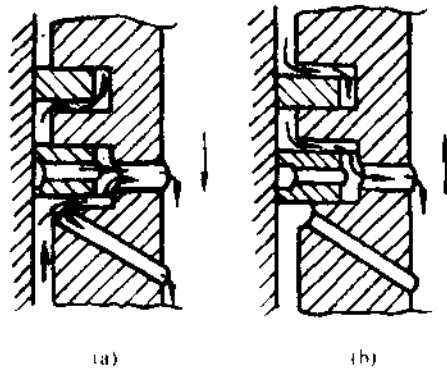


图2-4 油环的刮油过程

(a)活塞下行 (b)活塞上行

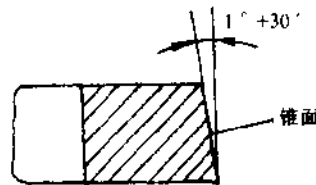


图2-6 锥面环

微锥面环 微锥面环的特点是外圆表面制成 1° 左右的锥角(如图2-6所示),因而与缸壁的接触理论上为一条线,故提高了表面比压,能加速磨合。此外,锥面环只向下刮油,

向上滑动时, 由于斜面的油楔作用使之能在油膜上浮起, 所以虽是棱缘负荷, 仍不至于发生熔着磨损 (见图 2-7)。但由于微锥面环的上、下不对称, 故不可倒装, 否则会造成向上刮油而使机油消耗异常地增大。一般在环的开口处端面上刻有标记, 表示向上。S195、S1100A、D180 型柴油机的第二、第三道活塞环均采用微锥面环。

双倒角形油环 双倒角形油环基本上没有环背气压力帮助密封, 其密封力差不多全靠自身弹力, 所以常把刮油口倒角 (在双倒角之间制有油槽, 以便泄油), 以减小接触面积, 提高比压。在环背加螺旋弹性衬簧后, 可采用径向厚度较小的柔性环, 对气缸失圆的适应性好, 并能持久地保证弹力, 如图 2-8 所示。S195 与 S1100A 型柴油机的第四道活塞环均采用了这种断面呈双倒角 (异向) 的带螺旋内撑簧油环。螺旋内撑簧对阻止机油上窜, 降低机油消耗作用甚大。

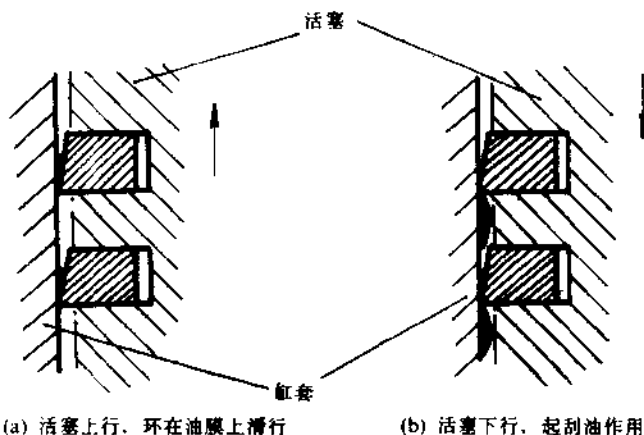


图 2-7 锥面环的作用

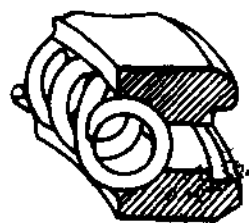


图 2-8 螺旋内撑簧油环

(3) 活塞环开口间隙和侧隙

活塞环开口间隙 活塞环以常温状态装入气缸后, 其开口处应留适当的间隙, 即为“开口间隙”。开口间隙大小既须保证环在工作热状态下能自由地膨胀而不至于卡死; 又应尽量减少工质从此通道的泄漏量, 以减少能量损失和对曲轴箱的污染。S195、S1100A、D180 型柴油机的各道活塞环开口间隙值详见附录。

活塞环开口间隙随着活塞环外圆的磨损而逐渐增大 (相当于圆的直径与周长之关系), 漏气量亦逐渐增大 (正常的漏气量一般为吸气量的 0.2~1%)。当超过一定限度而导致性能恶化时, 就须更换新环组。

测量活塞环开口间隙时, 可将环放在标准气缸套内, 如图 2-9 所示, 用厚薄规测量。

活塞环侧隙 活塞环环高与活塞环槽槽高之间的间隙为侧隙。侧隙大小的上限应以保证工作状态下的活塞环在环槽内能自由运动而无卡滞现象为好。此外, 侧隙的下限又应利于减少活塞环的泵油量和限制环的上下跳动。活塞环泵油现象, 如图 2-10 所示。活塞在吸气行程下行时, 活塞环在惯性力作用下, 其上端面贴紧在环槽上面, 气缸壁上的机油被挤入环槽下侧与内侧空间; 活塞在压缩行程上行时, 活塞环在气体压力作用下, 变成为其下端贴住环槽下平面, 机油被从内侧空间往上挤向燃烧室。如此呈周期性的容积变化, 犹如柱塞式油泵一样产生泵油作用。因此, 活塞环与环槽之间侧隙的大小, 将影响泵油量大小, 并最后影

响机油消耗量大小。S195、S1100A、D180 型柴油机的活塞环侧隙值详见附录。活塞环侧隙的测量方法：可将活塞环置于相应的环槽中，如图 2-11 所示，用厚薄规测量。

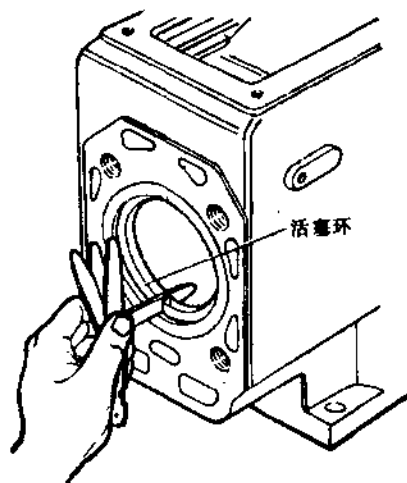
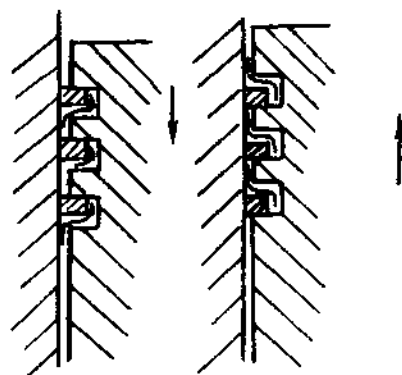


图 2-9 测量活塞环开口间隙



(a) 活塞向下行 (b) 活塞向上行

图 2-10 活塞环泵油现象

3. 活塞销

(1) 活塞销的功能与特点

活塞销是活塞与连杆小头的连接件，即传力件。它好像一根双支点弯曲梁，当气缸内爆发时，支承点在活塞销孔上侧，其传力区段即为同连杆小头衬套下侧配合部分。因此，要求活塞销有足够的刚度、强度和承压面积。此外，活塞和连杆小头在工作中均作周期性的角度不大的高速摆动，所以就要求活塞销与活塞销孔和与连杆小头衬套两对摩擦副耐磨与润滑散热良好。

为了减轻活塞销重量，即减小往复运动惯性力，在不影响强度和刚度的前提下，活塞销加工成空心短圆管形状。

(2) “全浮式”活塞销

在工作状态下，活塞销与销座孔和与连杆小头衬套之间具有 0.001~0.002 毫米的配合间隙，因而活塞销在工作过程中能缓慢地自转，故称之为“全浮式”活塞销。

S195、S1100A、D180 型柴油机的活塞销均采用“全浮式”。由于活塞销与销座孔和连杆小头衬套之间具有 0.001~0.002 毫米的间隙，使摩擦面既不至于咬死，亦不至于破坏油膜，也不需要大量机油润滑，只需飞溅润滑即可。又由于铝活塞的膨胀系数大于连杆小头衬套，所以在装配时，应先将活塞加热到 100~120℃，然后将活塞销轻轻推入销孔中。

活塞销的轴向定位，一般采用安装在销座孔两端的弹性挡圈。

4. 连杆组

(1) 连杆组的功能

连杆组的作用是将活塞所承受的气体压力传给曲轴，并带动它旋转，向外输出功率。连

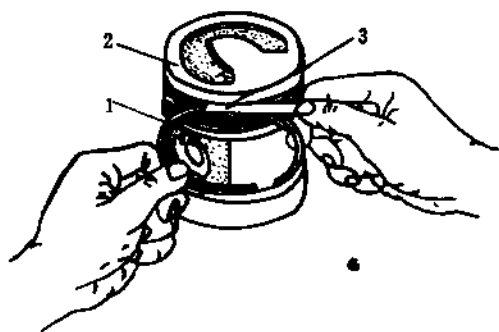


图 2-11 测量活塞环侧隙

1-活塞环 2-活塞 3-厚薄规

杆组的运动是复杂的平面摆动。一般将其小头部分看作随活塞作往复直线运动；大头部分随曲轴作旋转运动，杆身作摆动。为既减小高速运动产生的惯性力又避免产生过大的变形，所以要求连杆组结构轻巧而刚度又足够。

(2) 连杆组结构

连杆组一般包括连杆体、连杆盖、定位套管、连杆螺钉、连杆小头衬套和连杆轴瓦。亦可以分为小头部分、杆身部分和大头部分。

连杆小头部分 连杆小头部分包括小头孔和小头衬套。S195、S1100A、D180 型柴油机的小头衬套均采用 ZQSn6-6-3 材料，其上开有油槽和油孔，并与小头孔上的油孔互通。由活塞油环上回油孔飞溅的机油可通过上述油孔、油槽流至活塞销与小头衬套之摩擦表面进行润滑。

随着结构的紧凑化要求，近年已出现了钢背——铝硅（或铜粉）双金属带的卷制薄壁衬套，壁厚仅 1~2 毫米左右。

杆身部分 杆身的断面形状一般均呈工字形，既减轻重量，又可具有足够的抗拉强度和抗弯刚度。杆身与小头，杆身与大头的过渡处应具有足够大的圆角半径，以使应力分布均匀并提高强度。

连杆大头部分 连杆大头一般包括大头孔、连杆轴瓦、连杆盖、连杆螺钉和定位套管，它与曲轴的配合副是柴油机中最重要的传动环节，要求在尽可能轻巧的结构下具有足够的刚度与强度。活塞连杆组的装拆一般需经气缸套内孔进、出，所以又要求连杆大头在摆动平面内的总宽度必须小于气缸内径。

连杆大头与连杆盖的分开面一般有垂直于或倾斜于连杆轴线两种。前者称为平切口，D180 型柴油机的连杆大头采用平切口。后者称为斜切口，S195、S1100A 型柴油机的连杆大头采用斜切口。平切口的优点是工艺性好，刚度较好。斜切口的优点是大头孔尺寸亦即曲柄销直径可放大，但刚性与工艺性稍差，连杆螺钉还受到剪切的不利作用。

连杆体与连杆盖的定位对于平切口连杆一般采用连杆螺钉光杆中部定位。如 D180 型柴油机的连杆定位。而对于斜切口连杆，通常采用止口、套管和锯齿定位。S195、S1100A 型柴油机的连杆定位均采用较为可靠的定位套管。

连杆螺钉 连杆螺钉的作用是承受活塞组与连杆组质量惯性力的拉伸而保证连杆体与连杆盖不分离。在剖分面为斜切口时，连杆螺钉还受到爆发力或惯性力横向分力的剪切作用。在柴油机工作时，连杆螺钉的受力十分严重。为此，在装配连杆螺钉时，须施加足够的拧紧力矩，使预紧力超出它所承受的拉伸力。

S195、S1100A、D180 型柴油机的连杆螺钉头与螺母都采用锁紧钢丝或锁紧片防松。近期的国外样机中，有通过提高螺纹精度和采用合理拧紧而不加任何锁紧装置的趋势。

连杆轴瓦 连杆轴瓦由上瓦与下瓦组成，它们分别装在连杆体和连杆盖组成的大头孔中，一般在其对口面冲出定位唇，嵌在大头孔上相应的定位槽里起到定位作用。

由于连杆轴瓦在工作中要承受冲击性的爆发压力和活塞连杆组质量惯性力，所以要求它具有足够的机械强度和疲劳强度。又由于曲柄销与连杆轴瓦之间的相对滑动摩擦速度很高，即使在液体摩擦状态，仍会产生大量的热，因而要求轴瓦的表面合金具有良好的减摩、耐磨和结合性能。

S195、S1100A、D180 型柴油机的连杆轴瓦均采用含锡 20% 以上的高锡铝合金——钢背