

工程机械修理基础知识丛书



第五分册

发动机修理

机械工业出版社

工程机械修理基础知识丛书

第五分册

发动机修理

陈敬诚 编

中国建筑工业出版社

本书主要叙述发动机修理的基本方法,曲轴连杆机构的修理、配气机构的修理两章,不仅介绍了常用工艺,同时也介绍了现代柴油机修理的新工艺。柴油机供给系统的修理一章介绍了常用柱塞泵的修理,并对PT燃油系统的修理作了必要介绍。上述内容在现代柴油机修理中都属非常重要的修理部分。润滑系统修理和冷却系统的修理两章对故障原因和修理方法均作了简明的阐述。电气设备的修理一章对有关电气设备的修理工艺作了比较详细的介绍。

本书可供工程建设、工业、农业和交通系统从事机械修理的广大职工自学读物,也可作为机械修理技工培训教材。

工程机械修理基础知识丛书

第五分册

发动机修理

陈敬诚 编

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行,各地新华书店经售

北京市昌平县长城印刷厂印刷(北京市昌平县上苑)

开本: 787×1092毫米1/32印张: 5³/₄ 字数: 129千字

1986年9月第一版 1986年9月第一次印刷

印数: 1—10,800册 定价: 0.74元

统一书号: 15040·4982

出 版 说 明

随着我国工业、农业、交通和基建系统机械化程度的提高，各种工程机械日益增多和普及。要使工程机械保持良好的技术状态，充分发挥机械效能，延长使用寿命，做好维修工作是十分重要的。为了适应广大职工自学工程机械修理基础知识和技工培训的需要，我们组织编写了这套《工程机械修理基础知识丛书》。

丛书计划出七册：

1. 机械修理基本知识
2. 机械修理共同性工艺
3. 旧件修复工艺（上）
4. 旧件修复工艺（下）
5. 发动机修理
6. 工程机械底盘修理
7. 液压与液力传动装置修理

丛书读者对象主要是具有初中以上文化水平的机械设备修理工人、技术人员和有关管理干部。为便于读者自学，丛书内容力求简明实用，文字力求通俗易懂。

这套丛书由石家庄铁道学院、北京装甲兵技术学院、北京农机学院、西安公路学院、华北水利水电学院等单位的部分同志参加编写。由石家庄铁道学院易新乾同志主编。在编写过程中，得到有关单位和个人的大力支持和帮助，我们表示衷心感谢。由于我们对修理人员的需要了解不深，水平有

限，丛书在编辑和内容上一定会有不当甚至错误的地方，欢迎广大读者批评、指正，以便下一步修订提高。

中国建筑工业出版社编辑部

目 录

第一章	曲柄连杆机构的修理	1
第一节	气缸体的修理	1
第二节	气缸套的修理	6
第三节	活塞连杆组的修理	20
第四节	曲轴的修理	30
第五节	滑动轴承的修理	37
第二章	配气机构的修理	45
第一节	气缸盖及气门机构的故障	45
第二节	气缸盖及气门组的修理	46
第三节	凸轮轴的修理	50
第四节	配气机构其他零件的修理	53
第五节	气门组的组装	54
第三章	汽油机供给系统的修理	58
第四章	柴油机供给系统的修理	63
第一节	喷油泵的修理	63
第二节	调速器的修理	68
第三节	喷油泵与调速器在试验台上的调试	69
第四节	喷油泵与调速器在发动机上的调试	76
第五节	喷油器的修理	77
第六节	PT 燃油系统的修理	94
第五章	润滑系统的修理	107
第一节	机油泵的缺陷及修理	107
第二节	机油滤清器修理	112
第六章	冷却系统的修理	116

第一节	冷却系统的故障及原因·····	116
第二节	冷却系统的修理·····	117
第七章	电气设备的修理·····	123
第一节	蓄电池的修理·····	123
第二节	直流发电机的修理·····	135
第三节	调节器的检修·····	140
第四节	硅整流发电机的修理·····	149
第五节	晶体管电压调节器的修理·····	154
第六节	分电器的检查与修理·····	155
第七节	磁电机的检修·····	159
第八节	起动机的修理·····	165
第八章	发动机的总装、磨合与试验·····	168
第一节	发动机的总装与调整·····	168
第二节	发动机的磨合与试验·····	173

第一章 曲柄连杆机构的修理

第一节 气缸体的修理

一、气缸体的缺陷

(一) 裂纹和破洞

裂纹常出现在气缸体较弱的地方，如安装缸套的过梁处、水套壁薄弱处和气门座的过梁处。缸体裂纹后会导致漏水、漏气、燃烧不良、功率下降。有时水还可能进入油底壳，加速机件磨损。气缸体严重裂纹的机械应立即停止工作。

缸体裂纹大多数是由于冷却水冻结、发动机过热骤加冷水造成的。有些司机，冬天起动机械时，为了“省事”，往往不加冷却水起动。待机械起动后运转了相当时间，此时缸体已形成局部高温，再加冷水，造成淬裂。

破洞大多数是由于意外情况造成，如连杆螺丝折断、活塞破裂、柴油机发生飞车等造成捣缸穿孔。

(二) 平面翘曲变形

缸体铸造时，如果时效处理不当，未充分消除内应力，会造成变形，特别是第一大修期内变形速率最大。安装缸盖时，不按顺序和扭矩扭紧螺母；各缸套凸肩凸出量不一致，使平面受力不均匀；发动机长时期缺水工作引起过热等，都能使缸体变形。

(三)主轴承座孔磨损、变形

主轴承瓦与座孔配合紧度未达到要求,会发生相对运动而磨损。发生烧瓦抱轴事故会产生局部严重磨损。缸体时效不充分,会因为变形而使轴承孔不同心。

(四)螺纹孔损坏

由于多次拆装或装配用力过大会使螺纹孔滑扣。

二、气缸体的鉴定

大修时气缸体必须认真鉴定。如果在装复后才发现故障进行返工,将造成很大浪费。如果气缸体的故障未能排除,将影响发动机的正常工作,影响发动机的寿命,甚至造成曲轴断裂等意外事故。

(一)平面翘曲的检查

一般把钢尺放在缸体平面上,用厚薄规测量缝隙大小。应达到表 1-1 所规定的技术要求。

气缸体不平度技术要求

表 1-1

气 门 型 式	长 度 (毫米)	平 度 (长度)
顶 置 气 门	50	<0.025
	全长 ≤ 600	<0.05
	全长 >600	<0.10
侧 置 气 门	50	<0.05
	全长 (铸铁)	<0.25
	全长 (铝合金)	<0.5

(二)裂纹的检查

大的裂纹肉眼可见。当没有可见裂纹时,应按规定进行水压试验。一般水压试验水压为 3~4 公斤/厘米² (300~

400千帕)①, 保持5分钟。

(三) 主轴承座孔的检查

主要检查各孔的同心度、锥度和椭圆度。检查时先将轴承盖装上, 按标准扭矩将螺母扭紧。用镗杆进行检查, 在镗杆表面涂一层红丹粉, 将镗杆穿入主轴承座孔内, 往复移动数次, 取出镗杆后, 观察接触痕迹。如果均有接触证明技术状况良好。如果有的没有接触, 可以进一步检查。把镗杆再穿入座孔内, 用厚薄规检查不接触的座孔处的间隙, 不应超过表 1-2 的规定。

主轴承座孔修理技术要求(毫米)

表 1-2

机 型	标准尺寸	锥 度			椭 圆 度			同 心 度		
		标准值	允许 不修 值	极 限 值	标准值	允许 不修 值	极 限 值	标准值	允许 不修 值	极 限 值
东方红-75	95 ^{+0.21}	0.02	0.04	0.08	0.02	0.04	0.10	0.02~ 0.03	0.07	0.15
铁 牛-55	95 ^{+0.21}	0.02	0.03	0.08	0.02	0.04	0.10	0.015	0.07	0.15

座孔按二级精度要求, 一般不同心度允许不修值为0.05

主轴承座孔还可用专用工具检查。交通科学研究院与上海装卸机械厂共同设计制造了CA10B汽车发动机气缸体整形公差检验仪。由三套仪器组成, 可分别用以检验曲轴轴承座孔与凸轮轴轴承座孔中心线的平行度、气缸轴线与曲轴轴线的垂直度、曲轴各轴承座孔的同心度。该仪器结构简单, 使用方便可靠, 精度较高。

- ① 1 公斤/厘米² $\approx 9.80665 \times 10^4$ 帕。
 $\approx 9.80665 \times 10$ 千帕。
 ≈ 100 千帕。

三、气缸体的修理

(一)平面翘曲度的修理

不平度较小时可以刮削整平,不平度较大时可用铣削的方法,一般规定铣削量不应超过 0.5 毫米,否则将影响活塞运动和缸套安装。必要时安装缸套的支承肩座孔深度应进行检查和加工,以保证安装缸套后突出缸体平面的高度(表 1-3)。

缸套高出平面(毫米)

表 1-3

机 型	146 系列	135 系列	4125	160 系列	6120
缸套高出缸体平面	0.15~0.22	0.04~0.15	0.08~0.17	0.185~0.42	0.07~0.14
同一缸盖下各缸高出度差	0.03~0.05	0.03	0.03	0.185~0.42	0.02~0.05
缸套外圆与安装孔的配合间隙	上凸肩	0.05~0.10	0.05~0.153	0.10~0.28	0.022~0.125
	下凸肩	0.05~0.10	0.05~0.153	0.10~0.28	0.022~0.097
					0.018~0.085

(二)裂纹破洞的修理

常用补板法、栽丝法、胶接法、焊补法进行修理。

补板法和栽丝法适用于强度要求不高的位置。补板法更适用于裂纹与破洞比较集中的缸体表面。如图 1-1 所示,首先在裂纹两端钻直径为 3 ~ 5 毫米的止裂孔,可防止裂纹继续延伸。用 2 ~ 4 毫米厚的紫铜板或低碳钢板,经过敲打使之与缸体表面贴合,按图钻孔、攻丝,即可用螺钉固定。如果在结合面上涂以胶粘剂,可以提高密封防漏效果。栽丝法也应先在两端打止裂孔,再沿裂纹间隔钻孔,长为 3.3 毫米,攻螺纹 M4 × 0.7 毫米,拧入紫铜螺纹棒,多余的切断,敲平

整。再将间隔的空隙内又钻孔，再攻丝，拧入紫铜棒。

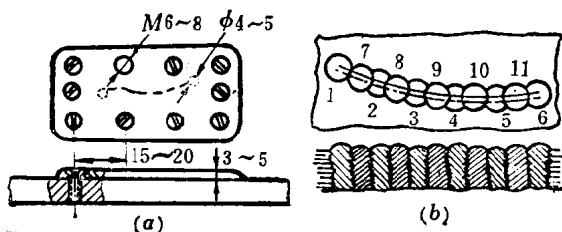


图 1-1 栽丝法和补板法

(a)补板法；(b)栽丝法

胶接法适用于不便补板的内部而且受力不大处。

焊补法可用于强度要求高的位置。

(三) 主轴承孔的修理

主轴承孔的锥度、椭圆度和同心度超过极限值或孔径超过极限值时，应进行修理。常用的有镗削法和刷镀法。

1. 镗削法

各主轴承孔同心度超过规定时，可将主轴承盖结合平面铣去一定厚度，一般在 0.5 毫米以下，必要时也可将缸体主轴承孔结合平面铣去 0.3 毫米以下，然后装好主轴承盖，重新镗削主轴承孔。需要特别注意镗杆上移量要尽量少，一般在 0.1 毫米左右，有的缸体允许上移量不超过 0.2 毫米。

2. 刷镀法

主轴承座孔使用超限量一般不会很大，用刷镀法修复磨损表面比较简便。

(四) 螺纹孔的修理

缸体双头螺栓孔损坏，可将孔加大并重新攻丝，配制阶梯螺杆（图1-2）。也可将孔加大攻丝，拧入一个内外纹

的螺套，并用胶粘牢。农牧渔业部农机维修研究所推荐一种使用填充件的方法，操作方便、质量优良。

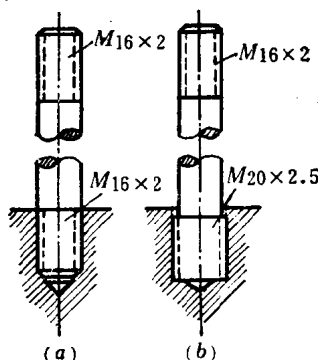


图 1-2 配制阶梯形螺柱
(a)修理前；(b)修理后

第二节 气缸套的修理

一、气缸套的损坏

气缸套工作表面磨损、拉伤，以及缸套外部的穴蚀是经常发生的。由于事故还会发生裂纹和破碎。

(一)内表面磨损

活塞环运动区域磨损较大而又不均匀。上口几乎没有磨损，有一个明显的台阶。沿轴线方向，上端磨损大，下端磨损小，成锥形。横断面磨损也不均匀，形状如图 1 - 3。

1. 气缸磨损成锥形的原因

(1) 各活塞环对缸壁的压力是不同的，其中第一道环给缸壁压力最大，下面各道环依次逐渐下降。同时活塞在爆发行程，随着活塞向下运动，活塞环对缸壁的压力逐渐下降。

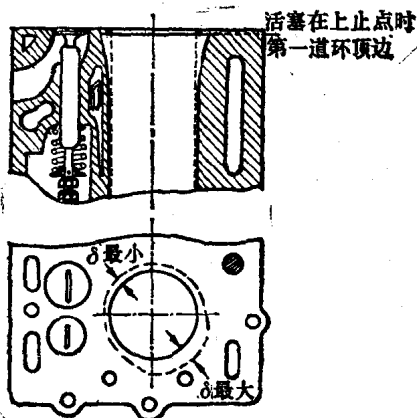


图 1-3 气缸磨损形状

(2) 爆发时高压、高温作用，破坏了活塞环与缸壁的润滑作用。第一道环最为严重，有时甚至产生半干摩擦，加速磨损。

(3) 进气行程带入磨粒和燃烧产物的腐蚀对气缸上部的磨损影响更大。

2. 气缸套磨损形成不规则椭圆的原因

(1) 连杆摆动在作功时产生的侧压力会加大缸壁工作表面的磨损。

(2) 冷却条件的差异，在缸壁温度低时，气缸壁凝结汽油冲洗机油，磨损加剧。如解放牌汽车发动机一、六缸外侧磨损一般较快。

(3) 活塞工作中变形的影响，如热变形、受侧压力变形，会使活塞在销轴方向尺寸增大，加速磨损。多数发动机活塞制成椭圆，就是为了解决这一矛盾。

(4) 气门位置的影响，尤其是汽油机，采用侧置式气

门，在进气时较冷气流并带有汽油，冷却与冲刷缸壁，带进磨粒粘在缸壁加速缸壁的磨损。

(二) 气缸套外表面的穴蚀

缸套外表面与水接触的某些特定表面，往往产生麻点或蜂窝状孔洞，这些麻点或孔洞的表面很清洁，被称为穴蚀。

穴蚀的主要原因是活塞运动中敲击缸壁，使缸套产生高频振动。附着在缸套外侧的水泡，在高频振动下受压破裂，产生很高的瞬时压力和高温使缸套表层金属疲劳剥下。冷却液的电化学腐蚀，促使穴蚀损坏迅速扩大，甚至造成缸套穿孔漏水。

二、气缸套修前鉴定

修前必须鉴定，以确定如何进行修理，并可进行备料。

鉴定时首先检查气缸套有无裂纹、拉伤等缺陷。然后用内径百分表（量杆表）测量各部尺寸以确定其磨损量、锥度、椭圆度。

(一) 测量位置的选择及计算

测量位置必须反映最大磨损量，确切表明磨损后的几何形状，活塞与气缸套的配合间隙。一般应测量与活塞在上止点时第一道活塞环相对应的部位和活塞处于下死点时最下一道活塞环以下的部位。这两个部位磨损分别为最大和最小。有时还增加 1 ~ 2 个测量部位。每一个测量位置上都应测量互相垂直的两个方向，即与曲轴平行方向和垂直方向。将所测量的结果填入一定的表格。各缸同一平面内的最大尺寸减去最小尺寸为椭圆度；各缸同一方向的最大尺寸减去最小尺寸为锥度；还可以根据气缸的磨损量和活塞的磨损量计算出配合间隙。这些计算结果均可填入表格中。参照修理技术规范，确定气缸的修理方法和修理尺寸。最大磨损量、锥度、

椭圆度以及气缸与活塞的配合间隙，其中任何一项超过允许不修值时，均应进行修理。

气缸套工作表面有裂纹或内径已超过最后一次修理尺寸即应报废，必须更换缸套或镶套。

(二) 测量方法

通常使用量缸表进行测量，量缸表是在普通百分表下装一套联动装置组成（图1-4）。

测量方法如下：

(1) 根据气缸的直径选择适当的接杆，带上固定螺帽旋入量缸表的下端，接杆和活动测杆的总长应小于气缸直径；

(2) 将量杆表的测杆插入气缸的上部，旋出测杆并观察表针，待表针因接杆拧出而转动一圈左右时，即拧紧接杆上的固定螺丝；

(3) 在活塞环行程内的各个方向测量，找出磨损的最大处，并旋转表盘，使“0”位对正指针；

(4) 将量杆表在此横断面上转动 90° 测量，这时表针所指的位置和“0”位之间相差的数字，即为椭圆度；

(5) 将量缸表下移，使测杆移动到活塞环运动的区域之外，这时表针所指的位置和“0”位之间相差的数字，即为锥度。

测量时应前后摆动表杆，因为只有当量缸表的测杆与气

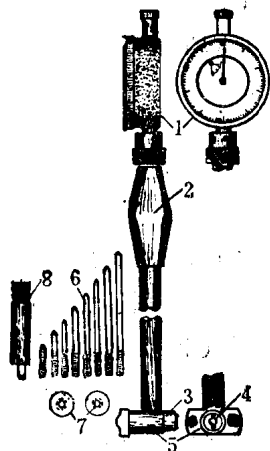


图 1-4 量缸表

1—百分表；2—表杆；3—接杆座；4—旋钮；5—支撑架；6—接杆；7—固定螺帽；8—加长接杆

缸壁垂直（即表杆在垂直位置）时，表针所指示的读数才是准确的。而前后摆动表杆，当表针指示到最小的读数时，即表示测杆已垂直于气缸轴线（图1-5）。

前面所指测量位置选择是在曲轴的平行方向和垂直方向，而实际上最大磨损量和最小磨损量不一定在这两个方向。因此实际测量应当灵活掌握。

气缸锥度和椭圆度，是用量缸表相对比较出来的，如果想测得气缸磨损后的值，应按下面的方法进行：使表杆在气缸中垂直而指针指在极限位置，这时转动表盘，表盘上的

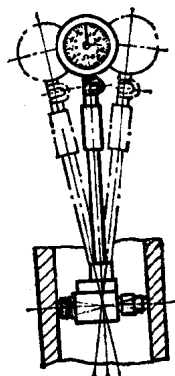


图 1-5 量缸示意图

“0”与指针对准，然后取出量缸表，用外径分厘卡测量测杆，当指针仍回到“0”的位置时，分厘卡的读数就是气缸的实际尺寸。实际证明，一般发动机的前后两缸磨损较严重，特别是靠气缸体的外侧，因此可以重点测量。往往依据这些磨损量最大的气缸就可以确定修理尺寸。

厂家对修理尺寸有规定，一般气缸修理尺寸按一定的等级加大，恢复几何形状，换用加大的活塞和活塞环。修理技术要求见表1-4、表1-5。

三、气缸套的修理

（一）镗缸

镗缸属修理尺寸法，即按照制造厂提供或修理规范规定的等级尺寸镗、磨气缸，并用相应等级的活塞与活塞环。加