



农家书屋藏书修理工之友系列

维修好帮手—— 农机修复工艺应用 一本通

✿ 刘敬巍 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

农家书屋藏书修理工之友系列

维修好帮手—— 农机修复工艺应用一本通

主编 刘敬巍

参编 于凡 于丕涛



机械工业出版社

本书共分9章,重点介绍了磨损零件尺寸修理、电焊、喷涂、电镀、粘接、研磨、压力加工、表面强化等工艺,及零件修复工艺的选择及工艺规程的制定。每一个工艺都详细地讲述了该工艺的修复原理、应用特点、设备要求、工艺规范、故障排除及修复实例等。本书通俗易懂,可操作性强。

本书适合农业机械、工程机械、汽车维修企业技术人员阅读,也适合大专院校相关专业学生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

维修好帮手——农机修复工艺应用一本通/刘敬巍主编. —北京:机械工业出版社,2010.9

(农家书屋藏书修理工之友系列)

ISBN 978-7-111-31765-4

I. ①维… II. ①刘… III. ①农业机械—机械维修 IV. ①S232.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第173268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:张秀恩 责任编辑:李建秀

版式设计:张世琴 责任校对:李秋荣

封面设计:赵颖喆 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2010年10月第1版第1次印刷

130mm×184mm·9.125印张·203千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-31765-4

定价:21.00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

编辑热线:(010)88379770

社服务中心:(010)88361066 网络服务

销售一部:(010)68326294 门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者服务部:(010)68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

近几年随着国家农业机械补贴政策的出台，我国农业机械保有量逐年增长，2009年全国农业机械总动力预计达到8.75亿kW。农业机械装备总量持续增加，同时达到报废年限的农业机械数量也在逐年增加。仅浙江省2009年上半年就报废拖拉机2386台，黑龙江省垦区2008年投入10亿元用于更新农业机械。庞大的老旧农业机械群和巨大的退役报废农业机械群如何处理，是一个很大的问题。回炉冶炼只能得到低品位的原材料，而且回收中要消耗较多的能源。如果我们开展旧件修复工作，通过高新技术加工获得高品质、高附加值的产品，消耗的能源少，可最大限度地找回超限零部件中蕴含的附加值，成本要低很多。

目前我国仅农业机械总动力资产就有400亿元以上，可修复零件达数十亿元。这一资源不会枯竭，只要做好工作，一个以节能节资为特征的农业机械旧件修复行业将会成长壮大，为我国国民经济发展作出重大贡献。

我们编写本书的目的，是为农业机械修理企业应用旧件修复工艺提供帮助，也为旧件修复工艺能够在农业机械修理中得到延续和发展作出努力。提高农业机械修理质量，降低修理成本，提高经济效益，提升修理企业竞争力是我们共同的愿望。

由于时间仓促，本书可能有不足之处，欢迎读者批评指正。

作 者

目 录

前言

第 1 章 磨损零件尺寸修理工艺	1
1.1 气缸镗磨工艺	1
1.1.1 气缸套镗削设备	1
1.1.2 气缸套镗削方法的选择	2
1.1.3 气缸套的镗削规范	4
1.1.4 气缸套的珩磨规范	5
1.1.5 气缸套修复后的检查	6
1.1.6 气缸套镗磨注意事项	7
1.2 曲轴磨削工艺	10
1.2.1 曲轴磨削设备	10
1.2.2 曲轴安装调整	12
1.2.3 曲轴磨削规范	14
1.2.4 曲轴磨削质量分析	18
1.3 铜套的铰削工艺	18
1.4 气门座镶圈	20
1.4.1 附加零件法	20
1.4.2 气门座镶圈工序	21
第 2 章 自动焊	23
2.1 振动堆焊	23
2.1.1 振动堆焊工作原理及设备	23
2.1.2 振动堆焊工艺规范	27

2.1.3	修复实例：曲轴的振动堆焊	30
2.1.4	振动堆焊常见故障及排除方法	31
2.2	埋弧焊	33
2.2.1	埋弧焊工艺特点及工作原理	34
2.2.2	埋弧焊设备	36
2.2.3	埋弧焊焊接材料	40
2.2.4	埋弧焊工艺规范	42
2.2.5	埋弧焊工艺流程	44
2.2.6	埋弧焊缺陷原因及排除方法	47
2.2.7	埋弧焊修复实例	50
2.3	二氧化碳 (CO ₂) 保护堆焊	51
2.3.1	二氧化碳保护堆焊工作原理及设备	52
2.3.2	二氧化碳保护堆焊工艺规范	56
2.3.3	二氧化碳保护堆焊工艺过程	59
2.3.4	修复实例：195 型柴油发动机曲轴的二氧化碳保护堆焊	60
2.3.5	二氧化碳保护堆焊常见故障及排除方法	61
2.4	等离子弧堆焊	63
2.4.1	等离子弧堆焊的原理及特点	63
2.4.2	等离子弧堆焊工艺规范	70
2.4.3	修复实例：气门的等离子弧堆焊	73
2.4.4	等离子弧堆焊常见故障及排除方法	76
2.4.5	安全防护	79
第 3 章	手工焊	80
3.1	焊条电弧焊	80
3.1.1	焊条电弧焊的原理、电焊机、工具及材料	80

3.1.2	焊条电弧焊基本操作知识	87
3.1.3	安全技术	91
3.1.4	修复实例：气缸盖气门口间裂纹的电弧冷 焊	92
3.2	氧乙炔焰气焊	94
3.2.1	氧乙炔焰气焊用工具设备及材料	94
3.2.2	氧乙炔焰气焊的基本操作技术	96
3.2.3	安全技术	100
3.2.4	修复实例：气缸体气缸间壁裂纹的焊修 ..	101
3.3	钎焊	102
3.3.1	钎焊的基本原理及优缺点	102
3.3.2	钎料与钎剂	103
3.3.3	钎焊的接头形式及主要缺陷	106
3.3.4	修复实例：油管钎焊	107
第4章	喷涂	109
4.1	金属电喷涂	109
4.1.1	金属电喷涂的原理、特点和应用	109
4.1.2	金属电喷涂的设备	111
4.1.3	金属电喷涂的工艺规范	115
4.1.4	金属电喷涂故障原因及排除方法	121
4.1.5	修复实例：曲轴的喷涂修复	124
4.2	金属气喷涂	130
4.2.1	金属气喷涂的原理及特点	131
4.2.2	金属气喷涂的设备	132
4.2.3	金属气喷涂工艺过程	133
4.2.4	安全技术	139
4.3	氧乙炔焰粉末喷焊	140

4.3.1	氧乙炔焰喷焊工艺特点及应用范围	140
4.3.2	氧乙炔焰喷焊用工具与设备	141
4.3.3	氧乙炔焰喷焊用材料	143
4.3.4	氧乙炔焰喷焊工艺	145
4.3.5	修复实例：凸轮轴喷焊	147
4.4	氧乙炔焰粉末喷涂	148
4.4.1	氧乙炔焰粉末喷涂工艺特点及应用范围	148
4.4.2	氧乙炔焰粉末喷涂用工具设备和材料	150
4.4.3	氧乙炔焰粉末喷涂工艺	151
4.4.4	安全技术	154
4.4.5	修复实例：195 曲轴喷涂修复	155
第5章	电镀	157
5.1	电镀的基本知识	157
5.1.1	电镀的基本原理	157
5.1.2	电镀的主要规范	158
5.1.3	影响镀层均匀性的因素	160
5.1.4	电解液的配制	162
5.1.5	电镀前预处理	162
5.2	镀铬	165
5.2.1	镀铬的种类及设备	166
5.2.2	镀铬电解液的成分、配制及维护	167
5.2.3	镀铬的工艺过程	171
5.2.4	镀铬常见缺陷	174
5.2.5	修复实例： $\phi 8.5\text{mm}$ 柱塞副镀铬修复	179
5.3	低温镀铁	180
5.3.1	低温镀铁的工作原理与特点	180
5.3.2	低温镀铁的主要设备	182

5.3.3	电解液的配制	182
5.3.4	低温镀铁工艺	184
5.3.5	修复实例：曲轴的镀铁修复	191
5.4	电刷镀	193
5.4.1	电刷镀的工作原理与特点	193
5.4.2	电刷镀的主要设备	195
5.4.3	电刷镀溶液	197
5.4.4	电刷镀工艺	200
5.4.5	修复实例：气缸套安装孔的刷镀修复	204
第6章	粘接与粘补	207
6.1	概述	207
6.1.1	特点和应用范围	207
6.1.2	粘接原理	208
6.1.3	粘接前准备	209
6.1.4	粘接剂	214
6.1.5	粘接工艺的安全防护	219
6.2	粘接与粘补工艺	219
6.2.1	工艺流程	219
6.2.2	典型零件的修复	224
6.2.3	粘接与粘补工艺的缺陷及排除方法	226
第7章	研磨工艺	228
7.1	概述	228
7.1.1	研磨工艺特点及研磨原理	228
7.1.2	研磨设备	228
7.1.3	研磨膏	231
7.1.4	研磨方法	234
7.2	典型零件的修复	236

7.2.1 柱塞副的研磨修复	236
7.2.2 出油阀副的修复工艺过程	241
7.2.3 油嘴头的修复工艺过程	244
第8章 其他修复工艺介绍	248
8.1 压力加工法修复零件	248
8.1.1 概述	248
8.1.2 压力加工法修复实例	249
8.2 零件的校正	252
8.2.1 概述	252
8.2.2 零件校正实例	254
8.3 零件表面强化新技术介绍	255
8.3.1 冷作强化	256
8.3.2 真空熔结	257
8.3.3 激光表面强化技术	258
8.3.4 电火花表面强化技术	261
8.3.5 金属材料表面纳米技术	263
第9章 零件修复工艺的选择及工艺规程的制订	266
9.1 零件修复工艺的选择	266
9.1.1 各种修复工艺方法的特点及应用范围	266
9.1.2 修复工艺选择原则	271
9.2 零件修复工艺规程的制订	278
9.2.1 确定零件各损坏部位的修复方案	278
9.2.2 拟订零件修复的工艺规程	279
参考文献	282

第 1 章 磨损零件尺寸修理工艺

1.1 气缸镗磨工艺

镗磨是指镗削和珩磨。镗削属于粗加工和半精加工，其目的是消除气缸套工作表面上的各种缺陷，获得基本的几何形状精度；珩磨是一种高精度的加工方法，主要加工工具是带有砂条的珩头。气缸套的镗削一般是在专用的镗床或镗缸机上进行，在没有专用设备的情况下也可在普通车床上进行，但应配以专用夹具。

1.1.1 气缸套镗削设备

(1) T8120/T8115 气缸套轴瓦镗床

T8120/T8115 气缸套轴瓦镗床，是修理发动机缸体轴瓦和凸轮轴瓦底孔及瓦的专用机床，加工的工件同轴度及直线度完全达到标准要求。配有加大刀盘，也可对超大孔进行镗削。配备专用的对刀、对中及内孔测量量具，使操作及测量更方便。具有能升高和降低的主轴箱和镗杆支架，可满足不同高度的缸体修理。主要技术规格：

加工范围：缸体长 1200mm，最大孔径 $\phi 120\text{mm}$ ；

进给方式：采用电子进给器，可实现微量切削；

配有 3 种镗杆： $\phi 32\text{mm} \times 2027\text{mm}$ 、 $\phi 45\text{mm} \times 2027\text{mm}$ 、 $\phi 60\text{mm} \times 2027\text{mm}$ 。

(2) 国产 T716 型立式金刚石镗床的主要规格

镗孔直径：76 ~ 165mm；

最大镗孔深度：410mm；

主轴最大移动量：550mm；

主轴直径（两种）：75mm、110mm；

主轴转速（6级）：190r/min、236r/min、300r/min、375r/min、475r/min、600r/min；

主轴每转进给量（4级）：0.05mm/r、0.08mm/r、0.125mm/r、0.2mm/r；

主轴快速移动速度：4m/min；

主电动机功率：2.8kW；

主电动机转速：1400r/min。

（3）国产 T716 移动式镗缸机主要规格

镗孔直径：66~146mm；

最大行程：370mm；

主轴转速：146r/min、238r/min、418r/min；

进刀量：0.04mm/r、0.08mm/r；

主电动机功率：0.25kW；

主电动机转速：1410r/min。

1.1.2 气缸套镗削方法的选择

1. 镗削前的准备

1) 保证定位基准平面平整、清洁。移动式镗缸机以机体上平面定位。在镗缸前必须消除上平面的不平度。固定式镗缸机必须保证工作台面的规整、清洁。

2) 选择适当的卡具。在镗缸时，气缸套要用专用卡具固定，如图 1-1 所示。定位盘上放置气缸套的凹肩，在镗缸机上镗出，镗后在定位盘上作出记号，使用时对准原来方向。

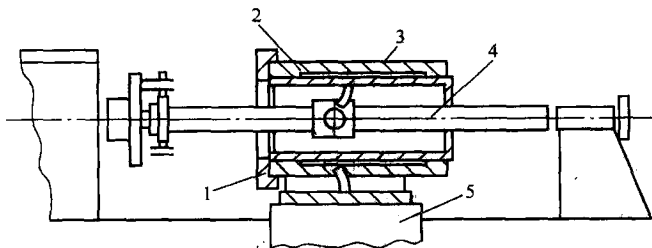


图 1-1 在车床上镗削气缸套

1—压帽 2—气缸套 3—夹具 4—刀杆 5—刀架

2. 修理尺寸的确定

气缸的修理尺寸一般根据缸壁的最大磨损直径（多缸发动机应取磨损最严重的气缸），加上必要的加工余量，然后对照确定出最接近级别的尺寸。在修理生产中，一般根据活塞裙部的实际尺寸，按标准配合的极限间隙确定气缸套的极限尺寸，再按珩磨余量计算出镗削的尺寸。一般经过淬火处理的气缸套，珩磨余量为 $0.03 \sim 0.04\text{mm}$ ；未经淬火处理的气缸套，珩磨余量为 0.06mm 。

3. 装卡方法

1) 首先利用镗刀在气缸套尾部磨损较轻的部位初步找正，将气缸套压紧。按气缸套未磨损位置的直径对刀，使背吃刀量在 0.03mm 左右，开动机床，手动进刀。进一刀后，根据刀痕判断装卡有无偏斜，并加以调整。

2) 拧紧压紧螺栓的力要均匀一致，否则气缸套将出现较大的椭圆度。

4. 镗削方法的选择

1) 同心镗削法。保持气缸套内圆柱面的中心轴线不变，即镗削时刀杆中心轴线与气缸套原中心线重合。但是当缸壁

偏磨严重时，若仍采用同心镗削法，则可能在镗削到选定的修理尺寸后，会留有未镗削到的磨损部分，需要按再加大一级的修理尺寸镗削，结果将减少气缸套的镗修次数，缩短其使用寿命，此时可采用偏心镗削法。

2) 偏心镗削法。镗削时将刀杆中心线相对于气缸套原中心线向磨损严重的一侧移动一定距离。这种镗削法适于偏磨严重的气缸套。镗削时应在中心线偏移方向上做好记号；装配时应将偏移方向朝着侧压方向，即连杆的摆动方向。

1.1.3 气缸套的镗削规范

1. 对刀尺寸的确定

镗刀对刀尺寸的确定见图 1-2，用下式计算对刀尺寸：

$$L = [(D_{\#} + d) - \delta] / 2$$

式中 L ——最后一次镗削对刀尺寸；

$D_{\#}$ ——气缸套实际修理尺寸；

d ——镗杆直径；

δ ——珩磨余量，一般为 0.03 ~ 0.04mm。

然后按对刀尺寸调整刀头伸出长度，用外径百分表测量。

2. 刀具材料

刀具材料应根据气缸套材料和表面硬度来选用。气缸套材料一般都是铸铁的，所以镗缸刀头皆采用钨钴类硬质合金，常用的有 YG3 和 YG6 刀头。在镗削软质气缸套时，刀头材料采用 YG6 硬

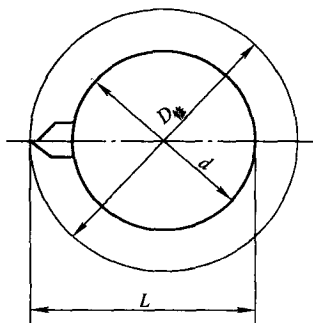


图 1-2 镗刀对刀尺寸的确定

质合金刀头；镗削硬质气缸套时，采用 YG3 硬质合金刀头，否则会因刀头的耐磨性不够而产生较大锥度。

3. 镗削规范

镗削规范的选择，主要根据气缸套的材料和硬度、刀具材料、加工性质和机床刚度等来选定。气缸套镗削工艺规范如表 1-1 所示。

表 1-1 气缸套镗削工艺规范

工艺方法 工艺参数	淬火气缸套		未经淬火气缸套	
	粗镗	精镗	粗镗	精镗
切削速度/ (m/min)	28 ~ 30	28 ~ 30	100 ~ 150	100 ~ 150
进给量/ (mm/r)	0.2	0.2	0.15 ~ 0.20	0.02 ~ 0.10
背吃刀量/mm	0.2 ~ 0.4	0.1 ~ 0.15	0.15 ~ 0.2	0.05 ~ 0.1

1.1.4 气缸套的珩磨规范

镗缸后应进行珩磨，珩磨是为了提高气缸工作表面的精度。珩磨机床上装有带砂轮条的珩磨头，加工时珩磨头作旋转及往复运动。

(1) 砂条的粒度 采用中软硬度的碳化硅砂条。粗磨选用粒度 100 ~ 120 号砂条；精磨选用粒度 300 ~ 400 号砂条。

(2) 冷却液 煤油与机油的混合液（煤油中加入 10% 的机油锭子油）。

(3) 珩磨规范 珩磨头的速度与接触压力对珩磨质量及生产率有很大影响。加大压力可提高生产率，但加工表面的粗糙度增大，因此，压力一般以调节到磨头在气缸中不晃动，用手转动磨头不感觉太费力为合适。

磨头转速 150 ~ 180r/min，往复运动 80 ~ 100mm/r，磨条对缸壁压力一般为 1.5MPa。

(4) 珩磨头的行程 为了保证珩磨后气缸具有正确的几何形状,珩磨头行程和砂条长度的选择应恰当。若珩磨头行程过短,砂条在缸壁中部有较长重叠区,缸壁中部磨削的机会较多而呈腰鼓形。珩磨头伸出上、下口之外长度应不大于磨条全长的 $1/3$, 不小于磨条全长的 $1/5$ 。珩磨头行程太长,易使气缸套出现喇叭形。

1.1.5 气缸套修复后的检查

- 1) 表面无黑皮(漏镗处),表面粗糙度值 $Ra < 0.2\mu\text{m}$ 。
- 2) 气缸套直径修后尺寸应在修理尺寸公差范围内,圆柱度和椭圆度应符合规定。
- 3) 气缸套中心线的偏斜(见图 1-3),在 100mm 长度内不得大于 0.05mm。

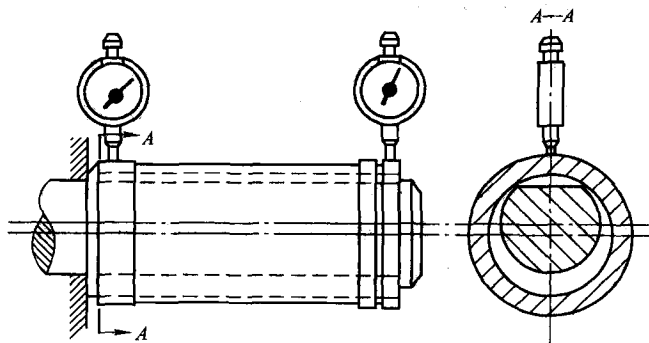


图 1-3 气缸套中心线偏斜的检查

检查气缸套中心线偏斜的设备是一个一面磨平的圆柱和两个百分表。气缸套中心线是否偏斜及偏斜程度,可分下列几种情况:

- 1) 气缸套中心线发生平移,两个百分表针同时向一个

方向移动，且数值相等（见图1-4a）。

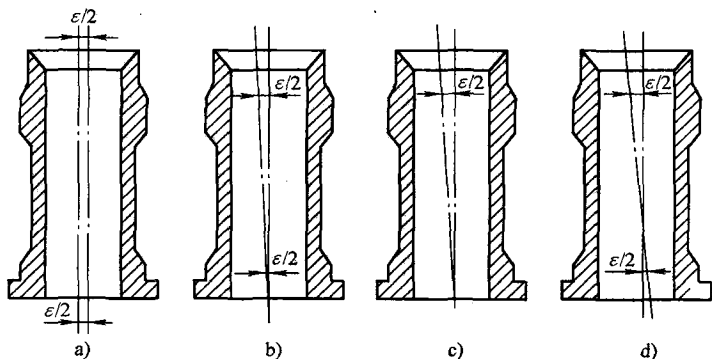


图1-4 气缸套中心线偏斜的几种情况

- a) 中心线平行移动 b) 中心线斜移
c) 中心线斜 d) 与标准中心线交叉

2) 气缸套中心线向标准中心线一侧斜移，两个百分表针同时向一个方向移动，但数值不等（见图1-4b）。

3) 气缸套中心线一端产生位移，其中一端指针偏向一方（见图1-4c）。

4) 气缸套中心线与标准中心线交叉，两表针同时移动，但方向相反（见图1-4d）。

检查后，应在中心偏移方向做出记号，以便安装时注意将此方向装在连杆摆动平面内。

1.1.6 气缸套镗磨注意事项

(1) 配缸间隙不是越小越好 有些维修人员误认为活塞与气缸的配缸间隙越小越好。其理由是：配缸间隙小，不易泄漏，密封好；汽车每行驶1万km气缸孔将磨损0.01mm，镗缸小些即等于延长气缸的使用寿命，甚至在镗磨气缸时选