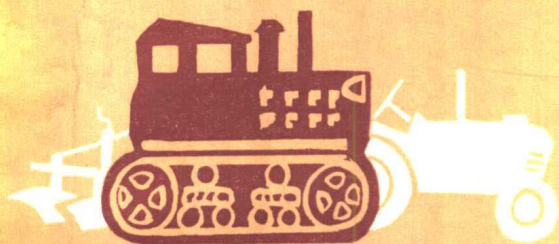


农业机械化丛书



拖拉机旧件修复

轴类与轮类零件

ZHOULEI YU LUNLEI LINGJIAN

黑龙江人民出版社



农业机械化丛书

拖拉机旧件修复
轴类与轮类零件

黑龙江省农业机械局 编著

黑龙江人民出版社

1979年·哈尔滨

本书第一版由杨秋荪、索明春编著，
第二版由杨秋荪修订。

拖拉机旧件修复
轴类与轮类零件

黑龙江省农业机械局 编著

黑龙江人民出版社出版

(哈尔滨市道里森林街14-5号)

黑龙江新华印刷厂印刷 黑龙江省新华书店发行

开本 787×1092毫米 1/32·印张 610/16·字数 142,000

1974年8月第1版 1979年5月第2版 1979年5月第2次印刷

印数 20,001—53,500

统一书号：15093·50

定价：0.55 元

《农业机械化丛书》

出版说明

为了提高农业机械化队伍的技术水平，加快农业机械化的步伐，中央和地方有关出版社联合出版这套《农业机械化丛书》。

《农业机械化丛书》包括耕作机械、农田基本建设机械、排灌机械、植物保护机械、运输机械、收获机械、农副产品加工机械、化肥、农药、塑料薄膜、林业机械、牧业机械、渔业机械、农村小型电站、半机械化农具、农用动力、农机培训、农机管理、农机修理、农机制造等二十类。可供从事农业机械化工作的贫下中农、工人、干部、知识青年和技术人员参考。

本书属于《农业机械化丛书》农机修理类。

目 录

概述	1
校正工艺	3
一、轴弯曲变形的原因	3
二、轴变形的矫直方法	4
(一) 静压力矫直	4
(二) 冷作矫直	5
(三) 火焰矫直	6
金属喷涂工艺	10
一、喷涂层的机械性质	11
(一) 结合强度	11
(二) 疲劳强度	18
(三) 硬 度	20
二、电、气金属喷涂	22
(一) 金属喷涂设备	22
(二) 金属喷涂工艺规范	32
(三) 金属喷涂的安全技术	41
三、火焰喷涂	42
(一) 喷涂设备	43
(二) 喷涂材料	44
(三) 喷涂工艺过程	46
四、等离子喷涂	47
埋弧堆焊工艺	50
一、埋弧堆焊设备	52
二、埋弧堆焊材料	53

(一) 焊 丝	53
(二) 焊 剂	56
三、埋弧堆焊工艺规范	64
(一) 电源种类和极性	64
(二) 电 压	65
(三) 电流和送丝速度	66
(四) 堆焊速度	66
(五) 堆焊螺距	67
(六) 焊丝悬伸长度	68
(七) 焊丝与零件表面间隙相互位置	69
(八) 零件预热温度	69
振动堆焊工艺	70
一、振动堆焊设备	74
(一) 振动堆焊机	74
(二) 机 床	78
(三) 振动堆焊电源	80
(四) 电感调节器	80
(五) 辅助设备	81
二、振动堆焊工艺规范	83
(一) 工艺规范的影响	84
(二) 工艺规范选择方法	91
三、振动堆焊的工艺过程	94
(一) 堆焊前的准备	94
(二) 堆焊工作	94
(三) 堆焊质量检查	96
(四) 焊后机械加工	96
(五) 机械加工后检查	96
四、振动堆焊常见故障及其排除方法	96
(一) 电弧不连续, 焊道不成型	96

(二) 堆焊金属与基本金属结合不良	97
(三) 堆焊时金属飞溅太大	98
(四) 堆焊金属熔化过大, 液体金属流失	98
(五) 焊丝熔化不良而折断, 或在零件表面发红打卷	98
五、振动堆焊工艺发展概况	98
(一) 焊剂下振动堆焊	99
(二) 二氧化碳保护下振动堆焊	100
轴类零件的修复	102
一、曲轴的修复	102
(一) 曲轴断裂的修复	104
(二) 曲轴顶尖中心孔的修复	111
(三) 曲轴弯曲和扭曲的矫正	113
(四) 曲轴轴颈磨损超限时的修复	117
(五) 回油螺纹的修理	132
二、凸轮轴的修复	134
(一) 凸轮轴的弯曲和扭曲变形	134
(二) 凸轮磨损超限后的修复	136
(三) 支承轴颈磨损超限后的修复	140
三、后轴的修复	142
(一) 后轴弯曲的矫直	142
(二) 轴颈磨损超限的修复	145
(三) 定位销孔磨损的修复	145
四、引导轮轴的修复	146
(一) 引导轮轴弯曲的矫直	146
(二) 引导轮轴颈磨损的修复	149
五、台车轴的修复	152
六、摆动轴的修复	153
七、花键轴的修复	155

(一) 花键轴弯曲的矫直	155
(二) 花键轴键磨损的修复	156
(三) 滚动轴承安装带磨损超限的修复	162
(四) 螺纹损伤的修复	168
轮类零件的修复	172
一、支重轮的修复	173
(一) 支重轮的缺限及其产生原因	173
(二) 支重轮缘磨损超限的修复方法	173
二、驱动轮的修复	183
(一) 驱动轮的缺限及其产生原因	183
(二) 驱动轮轮齿的修复方法	185
三、引导轮的修复	189
(一) 引导轮轮缘的修复	189
(二) 引导轮轮毂的修复	191
四、托链轮的修复	193
(一) 托链轮轮缘的修复	193
(二) 轴承孔磨损的修复	196
旧件修复方法的选择	197

概 述

拖拉机上轴类零件由于须传递较大扭矩，都用优质钢材制成。主发动机和起动机的曲轴、凸轮轴、变速箱中间轴、起动机的减速器轴、后桥轴、后轴、后轮半轴多用 45 号钢制成。铁牛-55 拖拉机离合器的主动轴、东方红-54/75 拖拉机的变速箱小锥形齿轮轴和五档轴、起动机的离合器轴，都用 18CrMnTi 合金钢制成。其它轴用 40~50 号钢或高碳铬钢制成。拖拉机行走部分的引导轮、支重轮、驱动轮的工作条件恶劣，承受重载荷和冲击载荷，经常遭受砂土磨料的摩擦，它们都用 45 号铸钢铸成。这些零件的重量，轻的有 0.5 公斤，重的如曲轴、后轴有 40~60 公斤。在东方红-54/75 拖拉机上，轴类零件的总重量约 344 公斤，轮类零件总重量约 375 公斤，两类零件共约 719 公斤，占拖拉机总重量的 13%，因此用各种修复工艺修复轴和轮类零件对节约贵重钢材有重大的意义。

根据各省农机修造厂的经验，这些零件的修复成本仅为新品的 34.5~64.6%，如表 1 所示。在拖拉机修理成本中，零件费用占 40~80%，因此大力修复轴类和轮类零件是降低拖拉机修理成本的一个关键措施。

在轴类和轮类零件修复工艺的应用上，各省也积累了不少经验。曲轴用金属喷涂方法修复是比较成功的。东北地区多用电金属喷涂，其它地区多用气金属喷涂。

振动堆焊工艺的堆焊层厚度范围较大，结合强度高，不经淬火的焊层硬度较高，在拖拉机零件修复中已广泛应用，

表 1 东方红-54/75 拖拉机部分轴类和轮类
零件修理成本和节约费用

零 件 名 称	新件价格 (元/件)	修理成本 (元/件)	零件费用 降低%	拖拉机 上此 件数	总共节约费 用 (元)
曲 轴	403.20	180	55.35	1	223.20
台 车 轴	26.88	16~18	33~40	4	35.52~43.52
后 轴	84.00	6~10	88~92.85	1	74~78
驱 动 轮	50.40	32	54.37	2	36.8
支 重 轮	22.40	5~22	1~77.57	16	6.40~278.40
托 链 轮	18.54	5~8	56.84~73	4	42.16~54.16
共 计					418.08~716.08

可用它修复的零件多达 50 多种。

埋弧堆焊在农业机械修理中很少采用，但它是堆焊工作机械化方面的成熟工艺。在零件修理过程中，可以充分利用焊剂中合金元素向焊道中过渡的特点，利用当地资源调制陶质焊剂，使用价格低廉的低碳钢丝，提高堆焊层金属的物理机械性质，降低零件修理成本。它用来修复支重轮、曲轴以及直径 80 毫米以上的轴颈是成功的。

振动堆焊和埋弧堆焊工艺各有其优点与弱点，它们都属于堆焊工作自动化范围的工艺，在工艺设备上有许多共同处，目前工艺的发展趋势是将这两种工艺结合起来，成为焊剂下的振动堆焊工艺，它兼有原来两种工艺的优越性，堆焊层厚度范围在 0.5~4 毫米，修复的零件种类增多。为了便于生产单位学习采用这些新技术，本书对它们的基本原理和工艺过程作了简要的介绍。

近几年，旧件修复工艺随农业机械化事业迅速发展，低温电镀铁、等离子弧堆焊等工艺应用日广，本书在零件修复的实例中作了介绍。

校正工艺

轴类零件常见的缺陷之一是弯曲、扭曲变形。变形后，使装配在上面的齿轮、皮带轮和其它传动零件的位置变化，破坏了正常工作条件，引起噪音或加速零件磨损，以致破坏。

一、轴弯曲变形的原因

轴受力弯曲后，在轴内产生的应力如图1所示。在轴变形的凸侧表面受到较大拉应力，距轴表面的内部，应力逐渐减小，在中性轴 XX' 处，应力为零。在中性轴的另一侧，轴内受压应力，此力由中性轴向轴凹侧表面逐渐增大，中性轴的位置依轴受力情况而定。

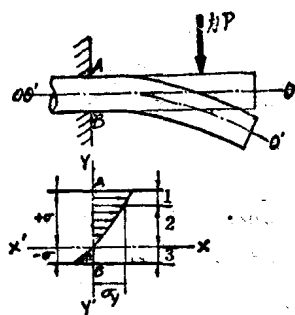


图1 轴弯曲时内部应力状态

σ_y —弹性极限 1. 塑性变形区
2. 拉伸弹性变形区 3. 压缩弹性变形区
 $+\sigma$ —拉应力 $-\sigma'$ —压应力

在轴内部产生的应力小于金属的弹性极限值时，轴的弯曲是弹性变形，外力撤除后，轴恢复原形。在轴表面所受应力大于弹性极限时，此部分金属产生塑性变形，即永久变形，外力撤除后，轴的变形不能恢复。但在塑性变形的表层下，受的应力未超过弹性极限的部分仍是弹性变形区。

二、轴变形的矫直方法

轴变形后的矫直方法有冷矫直法和热矫直法两类。冷矫直法又有静压力矫直和冷作矫直两种，热矫直法主要是火焰矫直。

(一) 静压力矫直

用静压力矫直时，将轴放在压力机上用 V 形块支架住，使轴的弯朝下，用螺杆或液压力量将轴向与原来弯曲方向相反的方向压弯。由于金属有弹性，要消除轴的弯曲，压弯量应达到轴原弯曲量的 10~15 倍。压弯后，尚须保持 1.5~2 分钟再撤除压力，否则轴仍将恢复原状。

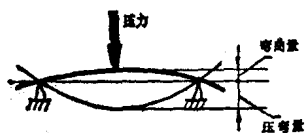


图 2 轴的静压力矫直

尽管这种方法普遍应用，但是它有很多缺点。

第一个缺点是矫直效果不稳定。压力矫直的实质是让轴

在与它弯曲相反的方向产生塑性变形，抵消轴原来的弯曲变形。显然，矫直后，轴上新的塑性变形部分必然有残余应力。轴在工作时，承受不同方向的力，当受力的方向与矫直轴时所加压力的方向相反时，轴极易恢复到矫直前的状态。许多科学研究证明，为了提高用压力矫直后轴形状的稳定性的方法，将轴加热到 $180\sim 200^{\circ}\text{C}$ ，并在此温度保持 5~6 小时，或在轴矫直后，使轴有与原弯曲方向相反的 $0.02\sim 0.03$ 毫米的弯曲量，都是有效的方法。

第二个缺点是矫直的精度不易控制。在矫直时，压弯量和保持时间只是参考数据。用较小的压弯量，延长加压时间，仍可达到矫直目的。在矫直时，很难一次加压后，完全消除轴的弯曲，每次加压可以矫直多少都不易准确预测。

第三个缺点是曲轴一类轴件用此法矫直时，它们的疲劳强度降低。曲轴的主、连杆轴颈都很短，它有弯曲时，并不是那个轴颈有弯曲，而是由于曲柄变形引起主轴颈的同心度改变。在压力矫直过程中，只在轴颈的圆角处受到拉伸或压缩，并在矫直后，产生残余变形和应力。轴颈肩部圆角处是应力集中区，在这个区域内的残余应力将降低曲轴的疲劳强度。一般资料对曲轴可以冷压矫直的次数没有规定，由上述分析可见，不宜反复矫直次数过多。在冷压矫直后，最好检查轴颈有无裂纹。

(二) 冷作矫直

冷作矫直时，用图 3 圆锤或尖锤敲击轴的凹侧表面，使

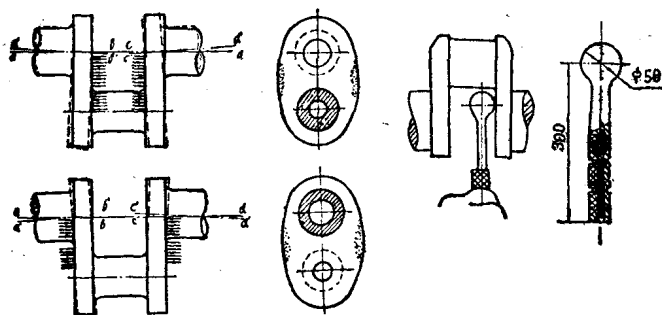


图 3 冷作矫直的部位和工具

$a'b'$ $c'd'$ —— 变形轴轴心线
 ab cd —— 矫直轴轴心线

产生塑性变形，并由于变形层中的残余应力而矫直轴，它的基本原理如下：

在锤击时，塑性变形部分的金属被挤压伸展，在这个塑性变形层（冷作层）中，产生压缩应力。可以把这个冷作层

看作是一个被压缩的弹簧，它对邻近的金属层有推力作用。弯曲的零件在这变形层的应力作用下矫直。

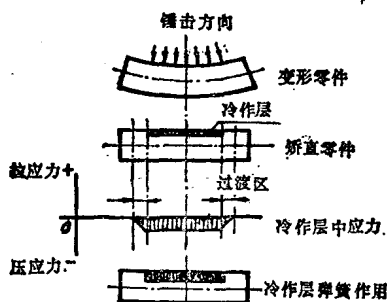


图4 冷作矫直时冷作层中的应力

冷作矫直法的优点是会降低零件的疲劳强度，零件的矫直精度容易控制，矫直效果稳定。它的缺点是可以矫直的轴的弯曲量不超过轴长度的 $0.03 \sim 0.05\%$ ，也就是一米长的轴，能矫直的弯曲量为 $0.30 \sim 0.50$ 毫米，因此它不能矫直弯曲量过大的轴。

(三) 火焰矫直

用火焰矫直法时，将轴弯曲部分的最高点用气焊的中性焰迅速加热到 450°C 以上，然后迅速冷却。在加热开始后，

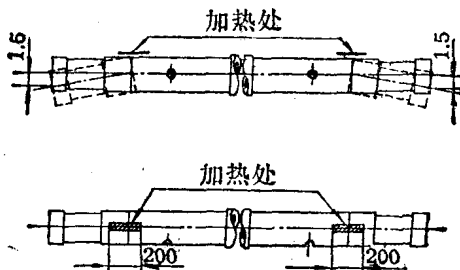


图5 用火焰矫直时后轴的加热部位

由于被加热部分金属膨胀，轴的弯曲度反而增加，但在温度下降，被加热部分金属冷却收缩后，轴的轴心线恢复原来直线形状。

火焰矫直法的原理尚无统一的解释。一种解释法是轴弯曲时，仅在轴的表面有塑性变形层，轴的心部仍是弹性变形区，在将轴表面的塑性变形区加热时，此部分金属变软，或称塑性增大，因而轴心部弹性变形区的收缩力使轴恢复原状。显然，只有轴的变形小，也即轴表面塑性变形层深度不大时，才有可能靠弹性变形区的作用力恢复轴的原形。

第二种解释方法是加热区冷却后产生残余拉应力，使轴复原。

轴的加热区受热膨胀，冷却时收缩，如果收缩量等于膨胀量，轴的变形不会消失，只有它的收缩量大于膨胀量时，加热才会产生矫直效果。

金属加热后，它的塑性随温度升高而增加，一般碳钢在温度达到 600°C 时，可以看成是塑性材料。因此金属在加热到塑性状态后，它受周围冷金属的阻碍，无力随温度增加而伸展，但冷却时，它的收缩量与温度降低幅度成正比，这就造成它的收缩量大于膨胀量，这收缩力可达 2.4 吨/厘米²，靠它矫直轴的变形。

用火焰矫直法时，主要的规范有加热温度，加热面积的尺寸和形状，零件热透的深度。

1. 加热温度与加热面积

金属产生拉伸塑性变形后，产生晶粒间相对移动，晶粒变形、破碎等现象。在此部分金属被加热到能够重新结晶的温度（称再结晶温度）时，歪扭或破碎的晶粒重新结晶排列，恢复了金属原有的机械性能。显而易见，按轴变形后矫直方

法的第一种解释方法，火焰矫直的最低温度需要达到金属再结晶的温度，它相当于金属在冷加工后的退火温度，碳钢再结晶温度在 $450\sim 500^{\circ}\text{C}$ 。

轴的加热温度依轴的弯曲度而定，弯曲度大的，加热温度也高，表 2 为某厂总结出东方红-54/75 拖拉机后轴矫直的温度规范。

表 2 后 轴 加 热 温 度

后轴弯曲度 (毫米)	大约加热温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加 热 区 颜 色
<0.5	600	赤 褐
$0.5\sim 1.0$	$650\sim 700$	暗 红
>1.0	$700\sim 720$	暗 樱 红

加热温度提高，矫直量可以提高，表 2 和图 6 的曲线都反映这个规律，但零件加热温度要根据钢材牌号和热处理特性来选定，不能单纯根据轴的弯曲量来选择。由图 6 可见，提高加热温度对矫直量的影响并不很强烈。根据某厂资料，后轴弯曲量在 1.5 毫米时，加热带长度约 200 毫米，加热温度控制在 $600\sim 700^{\circ}\text{C}$ ，加热区呈微红色，这个温度低于表 2 中数值，这个差别说明有其它影响矫直量的因素起作用。图

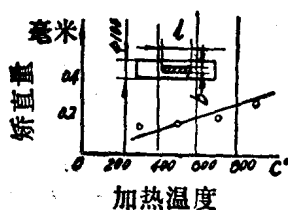


图 6 加热温度对矫直量的影响

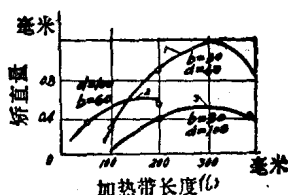


图 7 加热带长度对矫直量的影响

7 表示加热带宽度 b 都是 30 毫米的轴, 加热带长度变化时, 矫直量也有所变化, 由 1 和 3 两曲线的对比可知, 加热带的长度最好是轴径的 2~2.5 倍。另外, 由 1 和 2 两曲线的对比可知, 采用的加热带过窄 (30 毫米) 时, 用同样加热带长度 (100 毫米), 矫直效果不明显, 加热带宽 60 毫米的, 矫直量可达 0.5 毫米。根据实践经验, 加热带宽度接近轴的直径, 矫直效果最好。

2. 加热深度

根据火焰矫直的经验, 加热深度增加到零件厚度 (圆柱形零件直径) 的 $1/3$ 时, 矫直量增加, 加热深度继续增大时, 矫直效果减低, 零件全部热透则不起矫直作用。有的修造厂用火焰矫直后轴时, 要求在与加热地区相隔 180° 处用湿布冷却, 或放在冷水中矫直, 就是防止热透的措施。

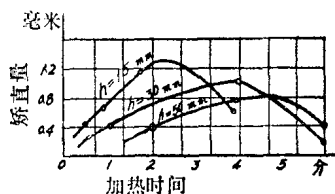


图 8 加热深度对矫直量的影响

加热深度不易检查, 因此多用加热延续时间和强烈度控制, 就是用气焊枪焊嘴号、距加热表面距离以及在单位面积上的加热时间这三项数值控制加热深度。

有的农机修造厂矫直后轴时, 采用国产华昌牌 350 号喷嘴 (TC-53 型焊枪的 7 号焊嘴), 焊嘴距后轴表面 2~3 毫米, 加热时间则依加热处轴颈颜色为准。

火焰矫直的效果在 200°C 时才能显示, 以后随温度升高而增加。轴类零件的加热温度一般在 $200\sim600^\circ\text{C}$, 直径小变形小的轴在 $200\sim400^\circ\text{C}$, 中等直径和中等变形的在 $400\sim500^\circ\text{C}$, 变形大的在 $500\sim600^\circ\text{C}$ 。热处理过的光轴、曲轴的加热温度不应超过 $500\sim550^\circ\text{C}$ 。