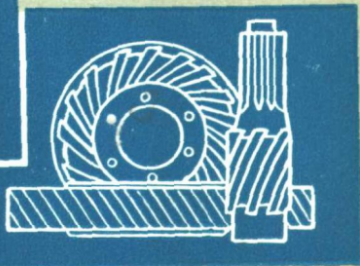
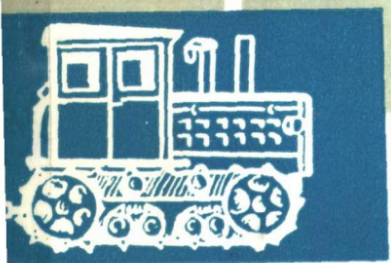


拖拉机旧件修复

齿 轮

黑龙江省农业机械局 编著



黑龙江人民出版社

统一书号：15093·15

定 价：0.31元



拖拉机旧件修复

齿 轮

黑龙江省农业机械局 编著

拖拉机旧件修复

齿 轮

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)

佳木斯印刷厂印刷 黑龙江省新华书店发行

开本 787×1092 毫米 $\frac{1}{32}$ · 印张 $4\frac{2}{16}$ · 字数80,000

1973年8月第1版

1973年8月第1次印刷

统一书号: 15093·15 定价: 0.31元

前 言

在伟大领袖毛主席“农业的根本出路在于机械化”的思想指导下，我省农业机械化事业有很大发展，特别是无产阶级文化大革命以来，批判了刘少奇一类骗子在农业机械化事业上推行的反革命修正主义路线，广大群众办农业机械化的积极性越来越高。随着“农业学大寨”群众运动的深入发展，一个群众性的大办农业机械化的新高潮正在蓬勃兴起。

为了适应我省农业机械化事业迅速发展的需要，我们计划在总结我省农业机械化经验的基础上，密切联系实际，编写一套有关农机修理、保养和使用等方面的科技书，以供广大拖拉机驾驶员、技工、和技术员参考。

由于我们的水平所限，掌握的资料不全，书中难免有缺点或错误，希读者把修改和补充的意见寄给我们，以便再版时修订。

黑龙江省农业机械局

一九七三年六月

目 录

一、概述	(1)
二、齿轮的制造技术要求	(7)
(一)齿轮的制造材料	(7)
(二)齿轮牙齿的机械加工	(13)
(三)齿轮的主要参数	(17)
(四)齿轮的制造技术要求	(20)
三、齿轮的缺陷及其原因分析	(36)
(一)齿面磨损	(38)
(二)齿面剥落	(39)
(三)牙齿断裂	(39)
(四)齿面咬伤	(40)
四、齿轮的修复方法	(42)
(一)镶齿法	(42)
(二)拼接法	(43)
(三)翻转法	(43)
(四)更换齿圈法	(45)
(五)镶套法	(46)
(六)热锻法	(47)
(七)焊补法	(47)
五、齿轮焊补修复工艺过程	(48)
(一)焊前退火	(48)

(二)焊前清洗.....	(49)
(三)焊修工艺.....	(50)
(四)焊后退火.....	(61)
(五)机械加工.....	(62)
(六)热处理工艺.....	(64)
(七)修后检验和技术要求.....	(74)

六、东方红—54拖拉机最终传动大小减速

齿轮修复工艺实例	(100)
----------------	-------

(一)最终传动大小减速齿轮局部牙齿修复.....	(100)
(二)最终传动大小减速齿轮全齿修复.....	(106)

七、齿轮的装配和调整

(一)齿轮端面摆差.....	(118)
(二)齿轮啮合间隙.....	(119)
(三)齿轮啮合印痕.....	(123)

一、概 述

齿轮是机器上一种很重要而复杂的机械零件。齿轮传动是动力传动中最普遍的一种传动形式，在拖拉机、汽车、飞机和机床等各种重要机械中，无不使用齿轮进行传动，应用范围很广，它担负着传递动力和传递旋转运动以及改变转速和旋转方向的重要工作。旋转运动从一根轴传送到另一根轴，可以用皮带轮和皮带，链轮和链条以及齿轮传动等不同方法，其中齿轮传动是机器中应用最多和效果较好的一种。目前所使用的各种拖拉机上都安装有很多不同大小和形状的齿轮，比如发动机配气正时齿轮、磁电机和机油泵的驱动齿轮、变速箱齿轮、中央传动的大小圆锥齿轮以及最终传动装置的大小减速齿轮等。拖拉机上广泛地应用齿轮，主要是因为齿轮传递功率的范围大，体积小和重量轻，传动的两轴中心距离较短，而且能够可靠地保证主动轴和被动轴之间的速比始终恒定不变，在主动轴和被动轴相距较近的情况下，能够正常平稳地工作，运转可靠，使用寿命长，并能够传递较大的动力，传动效率高，准确地传递高低不同转速和准确地分度，即主动齿轮转过一个角度，能使被动齿轮按其速比关系准确地转过相应的角度，以适应机构在传动中的速比和相对位置的要求。

拖拉机上的齿轮由于传送的转速较高，传递功率和承受的应力较大，经常在高转速、重负荷和负荷经常变化的条件

下工作，在满负荷或紧急制动时，要承受着很大的震动和冲击负荷，所以要求用优质钢材制成，要有较高的机械加工精度、强度和耐磨性能，特别是牙齿对齿轮运转的是否正常和耐用有很大关系。因为齿轮都是成对转动旋转，由主动齿轮的每个牙齿依此转动被动齿轮的每个牙齿，在啮合过程中，齿轮牙齿上承受的力很大。现在两个齿轮牙齿相啮合接触的齿面，大部分都是采用渐开线齿形代替直线齿形，以保证齿轮牙齿传递扭矩均匀平稳，传动速比稳定不变，防止齿轮牙齿产生撞击打牙现象。

由于齿轮所承受的负荷很复杂，在运转过程中，要求传递力矩大，承载能力强，传动平稳可靠，速比稳定不变，在传递扭矩时的齿轮齿面接触良好，受力均匀，不得有不正常的噪音和冲击、振动等现象，所以在齿轮设计制造中，不但要把这些因素考虑在内，要在齿轮传动中保持固定的传动比，保证齿轮啮合时牙齿全长接触，在牙齿工作面间保持一定的侧面间隙，而且要对齿轮进行正确的使用、保养、拆卸、安装和修理，这样有利于延长齿轮的使用寿命。

齿轮的分类，按照其相对运动的位置可分为：

(一)平面齿轮

平面齿轮的两个齿轮互相啮合成平面运动，因其两轴线互相平行，将动力从一根轴传送到另一根平行的轴，牙齿排

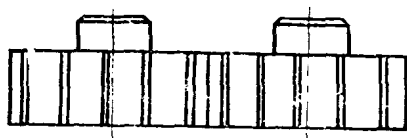


图1 圆柱齿轮（正齿轮）

列在圆柱面上，所以又称为圆柱齿轮（简称正齿轮，如图1）。这是拖拉机上

应用比较广泛的一种齿轮。一般按照牙齿与轴的相对位置，可分为直齿和斜齿两种齿轮（如图2）。按照牙齿在圆柱体的外表面、内表面或在直径无限大的圆柱面上，又可分为外接齿轮、内接齿轮和齿条三种（如图3）。

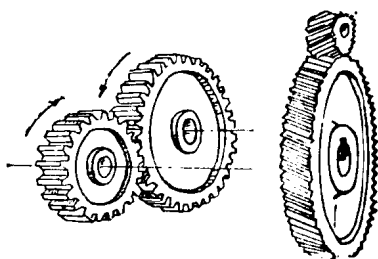


图2 直齿和斜齿圆柱齿轮

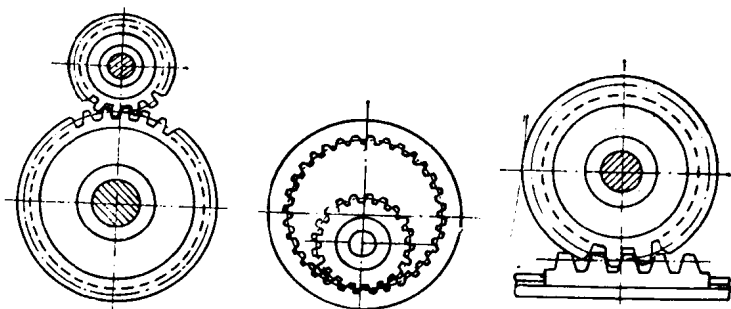


图3 外接齿轮、内接齿轮和齿条

（二）空间齿轮

空间齿轮是两个齿轮互相啮合成空间运动。当两轴线连接相交时可称为圆锥齿轮（简称伞齿轮，如图4）。一般可分为直齿圆锥齿轮和双曲面齿圆锥齿轮

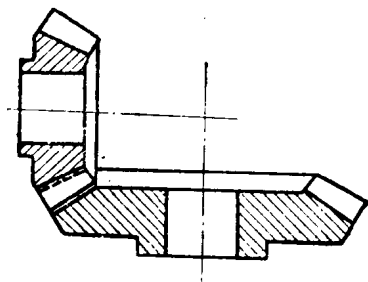


图4 圆锥齿轮（伞齿轮）

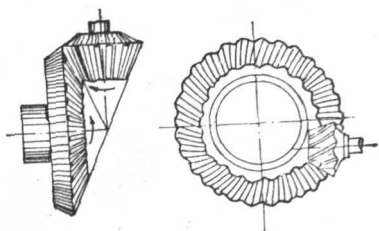


图5 直齿和双曲面齿圆锥齿轮

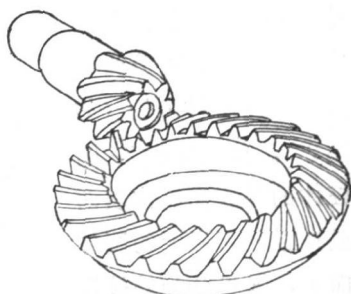


图6 螺旋圆锥齿轮

二种。(如图5)。当两轴线空间错交时可称为螺旋圆锥齿轮(如图6)。当两轴线连接垂直但不相交时可称为蜗杆与蜗轮(如图7)。

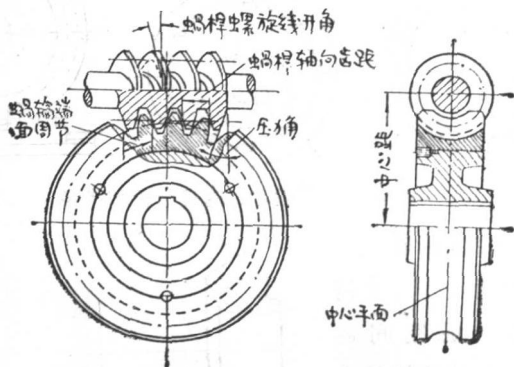


图7 蜗杆与蜗轮

齿轮按照其传动方式可分为：

(一) 开式齿轮

这种齿轮多用于低速传动或手动机构中，结构比较简

单，一般都安装在没有防尘装置的箱体外面，齿轮暴露在空气中，所以容易使灰尘、砂土和铁屑等侵入齿轮牙齿表面，互相摩擦，增剧牙齿的磨损，需要定期进行润滑。

(二)闭式齿轮

中速或高速传动时多用闭式齿轮，齿轮全部安装在封闭较好的箱体内，砂土和铁屑等物不容易侵入，润滑条件比较好。

齿轮按照其圆周速度的大小可分为：

- (一)最低速传动 $V < 0.5$ 米/秒。
- (二)低速传动 $V = 0.5 \sim 3.0$ 米/秒。
- (三)中速传动 $V = 3 \sim 15$ 米/秒。
- (四)高速传动 $V > 15$ 米/秒。

齿轮按照其基本用途可分为：

(一)传速齿轮

这种齿轮的圆周速度大，而传动比小，主要用来传递功率和完成传动关系，比如配气机构和机油泵等部分的齿轮。

(二)传力齿轮

这种齿轮能传递很大的扭矩，而速度很高，主要用来传递力量，比如变速箱，最终传动装置和动力输出轴等部分的齿轮。

(三)读数齿轮

这种齿轮用于测量仪器、分度机构和精确度较高的传动上，主要用来传动精密零件。

齿轮按照其结构形式可分为：

(一)盘形或筒形齿轮

齿轮形状成盘形或筒形，如变速箱内一、四速和二、三速等换挡齿轮，最终传动大小减速齿轮等。

(二)轴齿轮

齿轮与轴固定成一体，如变速箱第二轴等。

齿轮修复，在各地农机修造厂已积累不少经验，修复的数量也比较多，拖拉机上安装有很多不同大小的齿轮，最重的如大减速齿轮每个可达26.7公斤。据计算一台东方红—54/75拖拉机上的齿轮重量约130多公斤，修复成本平均只占新品的30%，因此大力开展齿轮修复工作，对节约贵重的钢材和延长拖拉机使用寿命都具有很大的意义。

二、齿轮的制造技术要求

(一) 齿轮的制造材料

正确地选择齿轮材料是一个很重要的问题，对于不同的工作条件，就要选用不同性能的材料来制造齿轮，认真地处理齿轮牙齿的硬度、强度和耐磨性能。比如对于低转速重负荷的齿轮，牙齿容易产生断裂，齿面容易磨损变形，就要选用机械强度大，硬度较高的材料。对于高转速传动的齿轮，齿面容易产生金属疲劳点蚀，就需要选用齿面硬度和耐磨性能较好的材料。对于容易受冲击载荷的齿轮，牙齿容易受到冲击折断，就应该选用韧性较好的材料。至于对一些负荷较小，转速较低和工作条件要求不高的齿轮，则可以选择一些铸铁之类较差的材料。

拖拉机上使用的齿轮材料种类很多，有铸铁、铸钢、锻钢、黄铜、青铜、合金钢和非金属材料等，要根据齿轮的工作条件，负荷大小和用途不同，正确地选择齿轮材料。对于体形比较大，不需要进行机械加工的齿轮材料，一般都是采用铸铁或铸钢。对于所受应力不大和要求强度不高的齿轮材料，都是采用普通钢材或铸铁。对于承受负荷较重，要求有足够强度、硬度和耐磨性能的齿轮材料，都是采用碳素钢，根据制造方法的不同，碳素钢又可分为渗碳钢（比如10、15、20号钢）和调质钢（比如40、45号钢）两种。对于要求齿

轮心部有高的韧性和强度的齿轮材料，都是采用合金钢。比如东方红—54/75拖拉机上的凸轮轴定时齿轮都是采用HT 18—36铸铁、风扇驱动齿轮用45号钢、曲轴齿轮用40Cr钢、调速器轴齿轮用20CrNi钢，变速箱和大小圆锥齿轮都是采用18CrMnTi钢制成，为了提高钢质齿轮的机械性能，往往通过渗碳和淬硬等热处理方法来达到目的。渗碳钢材中如铬钢(20Cr)、镍铬钢(20CrNi3A)和铬锰钛钢(18CrMnTi)等，所含碳份较低，约在0.2%左右，渗碳层在0.75~1.30毫米，表面硬度在HRC55~62。淬硬钢材中如铬钢(40Cr)和镍铬钼钢(40CrNiMoA)等，所含碳份较高，约在0.4%左右，氮化层在0.15~0.18毫米，油中淬硬后回火，表面硬度在HRC48~53。

常用的齿轮材料有：

1. 锻钢

这是制造齿轮最常用的主要材料，它的性能是强度高、耐磨、耐冲击、具有一定的承载能力，如果经过热处理就可以改善其机械性能。一般常用的有45号碳钢和40号铬合金钢。

用钢制成的齿轮可分为两种：一种是表面经过硬化处理，其中大部分是低碳钢和低碳合金钢。也有经过表面氮化处理的中碳合金钢和特殊的氮化钢。另一种是经过全部淬硬的中碳钢或中碳合金钢。

对于钢质的齿轮，材料中的含碳量是一个很重要的因素。根据含碳量的不同，钢分为三种：含碳量在0.30%以下的是低碳钢，含碳量在0.30~0.60的是中碳钢，含碳量在

0.60%以上的是高碳钢。钢里还含有微量的锰、硅、硫、磷等元素，而碳是钢的主要元素，它对钢的可焊性起着很大作用，对钢的机械性能影响很大，含碳量愈多，则钢的硬度和强度也愈大。硫在钢里起一种破坏作用，它的产热性强，不容易定性，当焊补处产生高温时容易向那里流，钢冷却后就流到一起而产生裂纹。磷在钢里面也起破坏作用，当钢局部受热和冷却时，使钢容易产生冷裂纹。所以在焊补齿轮时必须熟悉钢所含的元素和钢的性质，采用不同的焊接方法，才能得到良好的焊补效果。一般来说，低碳钢的焊接性能最好，不需要做特别准备工作，受热影响区域不硬化。中碳钢的焊接性能就较差，在焊接前应使被焊齿轮牙齿的温度与四周的气温相差不大，并不得低于零上 5°C ，对含碳量较高的中碳钢因在空气中容易产生淬火作用，应根据齿轮牙齿的厚度和含碳量的不同，事先预热到 $150\sim 200^{\circ}\text{C}$ ，焊后逐渐缓慢冷却。如果要恢复到齿轮牙齿原来的硬度和韧性，可将被焊补的齿轮加热到 790°C 左右，放入冷水中取出后，再加热到 $200\sim 290^{\circ}\text{C}$ ，就可恢复到齿轮牙齿原来的机械性能。高碳钢的焊接比较困难，因为这种钢的熔化温度是随着含碳量的增加而降低，所以高碳钢在焊接时容易烧过火，经常产生较多的气泡和氧化物，要求熔焊的电流要小，运条的速度要一致，焊波要小，并要注意被焊齿轮牙齿和焊波的温度和运条的速度。如果被焊齿轮牙齿的温度过高，运条的速度过慢，电流太大，就容易降低被焊齿轮牙齿的机械强度，并产生热裂纹。被焊齿轮牙齿的温度过低，运条的速度过快，容易使热影响区和焊波冷却太快而引起淬火作用，增加被焊齿轮牙

齿的硬度，不便于机械加工，并产生冷裂纹。因此对将焊补的齿轮要适当加以预热，一般都是预热到 500°C 以上，焊接后必须经过回火和正火热处理过程，以恢复其原来的机械性能。

用锻钢制造齿轮一般都需要事先锻造成毛坯，常用的锻钢含碳量为 $0.35\sim 0.45\%$ ，锻造的齿轮要比用轧钢制造的齿轮好得多，因为轧过的钢质齿轮的纤维方向是与齿轮的中心线平行的，钢材经过锻造后，钢材的纤维方向就改变了，成为与齿轮中心线垂直的方向，而且成幅射的形状向四周散布开来(如图8)。这样可以大大增加对外力的低抗力量，钢材的纤维组织也变得紧密得多，比如东方红—54拖拉机大减速齿轮是用 $20\text{CrNi}3\text{A}$ 钢材锻制加工而成，其材料强度、硬度以及耐磨和切削性能都要比原来的钢材好得多。

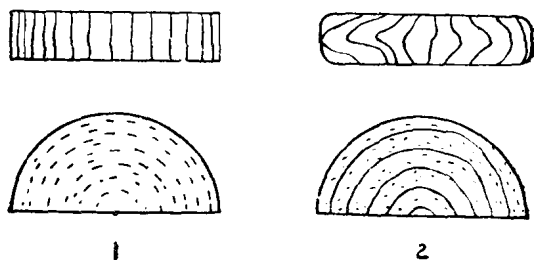


图8 轧钢和锻制齿轮坯的纤维方向

1. 轧制齿轮坯纤维方向

2. 锻制齿轮坯纤维方向

2. 铸钢

对于直径大于400毫米、形状比较复杂的齿轮毛坯，因为不能用锻造方法制造，所以一般都用铸钢制成齿轮，比如