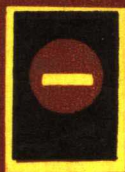


农机旧件



修复工艺



农机旧件修复工艺

吉林农业机械化学院
修理教研室编著

吉林人民出版社

农机旧件修复工艺

吉林农业机械化学院

修理教研室编著

*

吉林人民出版社出版 吉林省新华书店发行

长春新华印刷厂印刷

*

787×1092毫米32开本 13½印张 插页2 298,000字

1981年6月第1版 1981年6月第1次印刷

印数：1—3,280册

统一书号：13091·87 定价：1.20元

前 言

一九七八年全国农业机械化展览会的修旧利废馆展出了十项修复新工艺。这十项新工艺，有的是由旧工艺技术改造而产生的，有的是最近几年出现的新工艺，在某些方面有突出的优点，但是还不够完善。经展出后，在农机及其他系统的实际应用中，工艺水平又不断地得到了提高。

我们对这十项新工艺，有的曾进行了专门的试验研究，有的只进行了一般性的实验，因而认识还很肤浅。为适应教学和生产上的需要，编写了此书。因为水平和经验有限，加之时间仓促，错误和不足之处一定很多，望读者批评指正。

作 者

目 录

绪 论

第一章 振动堆焊.....	6
第一节 振动堆焊的基本原理及特点	6
第二节 振动堆焊设备	12
第三节 规范参数及其影响	33
第四节 振动堆焊规范参数的选择	42
第五节 振动堆焊修复工艺	42
第六节 振动堆焊修复实例	46
第七节 振动堆焊质量分析	63
第八节 振动堆焊的常见故障和缺陷	64
第二章 埋弧堆焊.....	68
第一节 埋弧堆焊的原理及特点	68
第二节 埋弧堆焊设备的性能要求	70
第三节 埋弧堆焊工艺规范的选择	73
第四节 埋弧堆焊修复工艺实例	79
第三章 等离子弧堆焊.....	82
第一节 概述	82
第二节 等离子弧及特点	83
第三节 等离子弧的形式和应用范围	87
第四节 等离子弧堆焊设备及要求	89
第五节 等离子弧堆焊工艺	100
第六节 等离子弧堆焊工艺规范的选择与堆焊常见故障	104
第七节 等离子弧堆焊工艺实例	108
第八节 等离子弧堆焊的安全防护技术	111

第四章 氧—乙炔火焰喷焊.....	112
第一节 工艺特点及设备.....	112
第二节 喷焊材料.....	115
第三节 喷焊工艺.....	116
第四节 冷喷法简介.....	121
第五节 影响火焰喷焊质量的因素.....	123
第六节 氧—乙炔火焰喷焊实例.....	125
第五章 断裂曲轴焊接.....	129
第一节 概述.....	129
第二节 断曲轴焊接工艺.....	134
第三节 曲轴焊接后的校正和加工.....	144
第六章 铸铁焊接.....	147
第一节 概述.....	147
第二节 铸铁焊接的主要问题.....	156
第三节 焊接方法及焊接材料.....	164
第四节 铸铁型焊缝的电弧焊.....	177
第五节 非铸铁型焊缝的电弧焊.....	185
第六节 气焊法.....	193
第七节 加热减应区法焊接.....	198
第八节 钎焊.....	202
第九节 球墨铸铁与可锻铸铁的焊接.....	205
第七章 低温镀铁.....	208
第一节 镀铁概况.....	208
第二节 低温镀铁的基本原理.....	211
第三节 镀铁电解液.....	222
第四节 低温镀铁工艺.....	238
第五节 影响镀层质量的因素及镀层缺陷.....	266
第六节 镀铁层的物理机械性质.....	285
第七节 典型零件修复工艺规程.....	290

第八节 镀铁设备	311
第八章 胶接	320
第一节 胶粘剂及胶接特点	320
第二节 胶粘剂的组成	321
第三节 胶接的基本原理	335
第四节 有机胶粘剂品种介绍	338
第五节 无机胶粘剂	351
第六节 胶接修复工艺	358
第七节 影响胶接强度的因素	378
第八节 胶接修复实例	386
第九章 氧—乙炔火焰校正	402
第一节 火焰校正的基本原理	402
第二节 设备及工艺要点	405
第三节 典型零件的校正工艺	408
第十章 电蚀磨削	416
第一节 电蚀磨削原理及特点	416
第二节 电蚀磨削设备及材料	418
第三节 工艺参数	421
第四节 电蚀磨削工艺	423

绪 论

我国土地辽阔，要想全面实现农业机械化，需要投放大量的农业机器，需要几百万吨以至上千万吨的钢铁及其它材料。因此，搞好农机的修旧利废，可为国家节省大量材料，为社队减少大量开支，这无论从加快实现农业机械化的速度上看，还是从节约资金上看，都有重大意义。

在农机修理生产中，除了应对机器进行拆、装、检、试、调之外，还要研究零件的磨损规律及预防措施，零件的更换及旧件修复等工作，达到恢复机器的动力性能指标，经济性能指标和延长使用寿命。每个县的农机修造厂一般承担有三项任务，一是修理机器，二是修复旧件，三是生产配件。中心是修理机器。一台状态恶化或不能工作的机器，除调试原因或人为造成的原因之外，必有一些零件出现了过度磨损或损坏，欲使其正常的工作，需更换这些零件及正确进行装配调试才能实现。因此，修理机器必须准备新件，去替换那些不能正常工作的旧件。如大修十台拖拉机，就必须准备够十台拖拉机更换的易损零件。如果本厂有修复旧件的能力，无论在品种上或数量上都可以少准备些备件，在检修过程中，可随时将废件修复。有些零件，如机体、车架等，损坏较少，且重量大，价格贵，不一定要准备很多，发现有损坏的，可采用各种修复工艺及时修复，例如用胶粘剂补裂纹，用火焰校正变形或用堆焊、电镀恢复尺寸等。这样既减少了备

件的生产和贮备，又缩短了修理时间（不必等件），同时大大地减少了修理成本。因此，旧件修复工艺在农机修理工作中，是不可缺少的一个组成部分。

构成农业机器的各零件，多数主要零件是可以修复的。一台东方红—75型拖拉机，有修复价值的零件占总件数的30%，其中有修复价值的零件价值为总价值的87.6%，重量为总重量的93.7%。修复所用材料一般只为原件重量的2~5%，最多的达20%左右。修复费用一般为新件的5~30%。因此，旧件修复从经济效果上看，可以节省大量钢材和资金。经修复的旧件，使用寿命一般为新件的70~100%，有些甚至超过新件，所以修复件的使用效果也很好。但是应注意提高修复质量，使其满足技术要求。例如尺寸精度、硬度、耐磨性、强度及密封性等。目前，有些先进厂达到的修复件数为总更换件数的40%，因此，修理费用大大下降，备件不足的紧张现象逐渐得到了解决。

为了提高旧件修复的数量和质量，充分发挥修复设备的利用率，必须做好旧件修复的组织管理工作。旧件的回收、管理、修复和供应工作，由修理单位和供应单位协调合作，组成一个旧件修理供应网。我国近几年旧件修复工作取得了一定成效，在组织管理上已形成了一套制度和办法。恰当地组织好旧件修复的管理工作，对发挥修造厂的积极性，解决备件不足的困难会起到很大的推动作用。

在一九七八年全国农业机械化展览中，有十项旧件修复工艺参加展出交流。这十项工艺是：振动堆焊、埋弧堆焊、等离子弧堆焊、氧乙炔焰喷焊、断曲轴焊接、铸铁冷焊、低温镀铁、胶接、火焰校正、电蚀加工。近几年来，农机旧件修复工艺的发展和推广很快，很多县修造厂应用于生产并且

使工艺更加完善。很多农机研究所、院校等单位对有些工艺进行了试验研究，以求对其机理和技术关键得以解决。

振动堆焊是一项应用普遍质量稳定的工艺，适用于堆焊金属零件磨损的外圆表面、内圆表面、端面 and 花键齿面等。施焊时在气体保护下，零件变形小，结合强度高，耐磨性好，一般修后都能满足使用要求。因为堆焊是自动进行的，生产效率高。近几年，由于在保护介质、冷却介质和焊丝材质等方面的改进，对消除堆焊层气孔、裂纹及应用于重要零件上的修复开辟了道路。

埋弧堆焊适用于轴、轮类金属零件的磨损表面修复。堆焊是在焊剂保护下的自动堆焊，因此消除了金属的飞溅和流失，熔敷率高，焊层平整成形性好，并且消除了气孔和夹杂；焊剂中的成分可过渡到焊层中而改善其化学成分和物理机械性能；焊层存在压应力，零件疲劳强度高；生产效率比手工焊高10倍以上。但是埋弧堆焊热影响区较大，零件变形的可能性大，焊层硬度不太高。

等离子弧堆焊的保护气体呈离子态（等离子体）并形成温度很高的等离子弧（10000~30000℃），因此，能熔焊熔点高的合金和高熔点的耐磨合金，可修复耐高温和抗磨损的零件。等离子弧火焰稳定，可控性强，合金烧损少，成形好。

氧—乙炔焰喷焊是金属喷镀和金属堆焊的复合工艺。喷焊时将合金粉末通过火焰加热后喷洒并熔化在零件表面上，可修复零件的磨损表面。用具和工艺都比较简单。

断曲轴焊接工艺难度大，焊接的关键是保证焊接强度、减少变形（焊接后恢复曲轴的原来尺寸精度）及轴颈表面的耐磨性。施焊是手工操作，技术要求高，劳动强度大。

铸铁焊接用于修复铸铁壳体的裂纹、破洞。为避免焊接

时出现裂纹、白口和气孔，可从减少焊缝应力、促成焊缝石墨化及合理地保护熔池几方面着手解决。现有多种铸铁焊条和多种焊法，其中加热减应冷焊法是新工艺，效果较好。目前铸铁焊接是手工操作。

低温镀铁用于零件磨损表面的尺寸修复，如轴类、孔类或平面等。镀铁层硬度高、耐磨性强、结合强度高；镀铁成本低、沉积速度快、电流效率高、原料广，因此，得到了推广应用。目前镀铁电解液成分简单，有一定缺点，需进一步改善电镀能力和改善镀层性能。

胶接主要以环氧树脂为粘结剂，可粘接金属和非金属材料。在农机修理中多用于粘结壳体裂纹、破洞。粘结强度较高，工艺简单，成本低。但是胶层较脆，强度不高，耐冲击性能差。目前，胶粘剂生产的品种很多，出现了多种用途的成品胶，使修理工艺更加方便、简单，容易保证质量。

火焰校正用于校正零件使用中的变形或校正修前修后的变形。因为用氧—乙炔火焰加热校正，所以不需要什么设备，操作比较简单。

电蚀磨削用于加工修后零件的高硬度层。电蚀磨削是电化学溶解、机械磨削及电火花加工的复合工艺。目前，由于磨轮磨损，所以加工精度不高。

除这十项工艺外，还有些工艺如化学镀镍、合成胶喷涂等也在试验和应用。其它工艺，如金属电喷镀、补、铆、镶、配、改、涨、缩等也分别用于修复某些旧件或配合副件。

用以上这些工艺可修复各类零件的磨损或缺陷。如壳体类零件裂纹、破洞；轴类零件断裂、磨损、变形；孔类零件磨损、破裂；梁架类零件断裂、变形；轮类零件磨损、

破裂；齿轮类零件掉齿、磨损；轴承类零件磨损等。

目前，农机旧件修复工艺虽然发展很快，但还存在一些问题。如有些工艺质量不稳，有些工艺生产效率较低，成本较高，通用性较差等，还需进一步地改进和提高。另外，还应把现代科学的最新理论、最新技术和工艺不断地应用到农机修理上来，为农机修理提供生产上需要的、技术上成熟的、经济上合算的新工艺。

第一章 振动堆焊

本章重点讨论振动堆焊的基本原理、工艺过程和振动堆焊的参数对堆焊质量的影响，以及各参数的选择和常见故障的排除。

堆焊是焊接领域中的一个重要分支。它不是为了连接零件，而是在工件表面堆敷一层与母材同质或异质材料的金属，其目的是修复各种由于磨损、腐蚀等原因造成损坏的机械零件，同时也可以用于制造双金属工件。因此，堆焊技术的应用和推广对于节约金属、降低贵重合金元素的消耗、延长零件使用寿命都具有重大意义。

振动堆焊在拖拉机修复中应用很多。振动堆焊可修复拖拉机的五十余种零件，能给国家节约大批的钢材和资金，所以它在农机修复中起着很大的作用。

第一节 振动堆焊的基本原理及特点

一、振动堆焊的工作原理

振动堆焊的工作原理如图1—1所示。堆焊机床的主轴卡盘夹持工件，按所需的转数旋转，堆焊机头绝缘地安装在机床横拖板或小车上，可作前后和高低及倾角的调节，并且可沿床面做匀速轴向运动。由堆焊机头上的送丝机构把焊丝以一定的频率（约为100次/秒左右）和振幅（约0.1毫米~2.5毫米）振动，并以一定的速度匀速送进。通过保护气体隔绝空

气中的氮、氢、氧等气体侵入，保护着堆焊金属熔池和堆焊金属。以一定流量的冷却液加注在堆焊层的适当部位，以冷却工件，提高堆焊层的硬度，减少工件的变形。另外有极少部分的冷却液冷却焊嘴。焊丝接电源的正极，工件接负极，这样，按着一定的频率和振幅振动的焊丝端部在保护介质下与工件之间产生接触—脉冲放电过程而熔化，随着振动焊丝的匀速送进及工件按所需的转数旋转，机头的匀速轴向移动，焊丝金属以短路过渡的形式在工件表面上形成均匀的一层金属，即相连的螺旋形状的焊道。如图1—2所示。

水蒸气保护振动堆焊和二氧化碳气保护振动堆焊在焊枪上是不同的，但原理基本相同。二氧化碳气保护焊枪如图1—3所示。

焊丝末端熔化状的熔滴过渡到焊缝中去完全是由电流短路来完成的，这种现象叫做短路过渡。

短路过渡的优越性是电流密度大，过渡频率高，电弧稳定，飞溅少；电弧燃烧

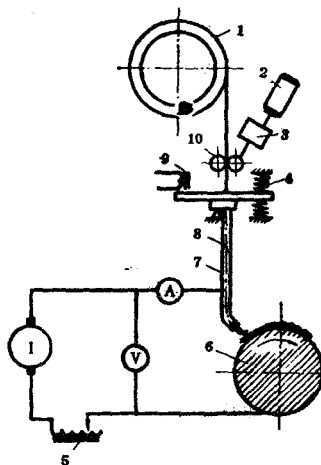


图1—1 振动堆焊工作原理示意图

- 1—送丝盘 2—小电动机 3—减速器
4—振动弹簧 5—电感 6—工件
7—焊嘴 8—焊丝 9—交流电磁铁
10—送丝轮

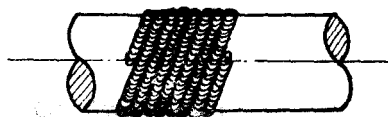


图1—2 振动堆焊焊道形状

是间断的，电弧热量不高，热影响区小，特别适合于堆焊。

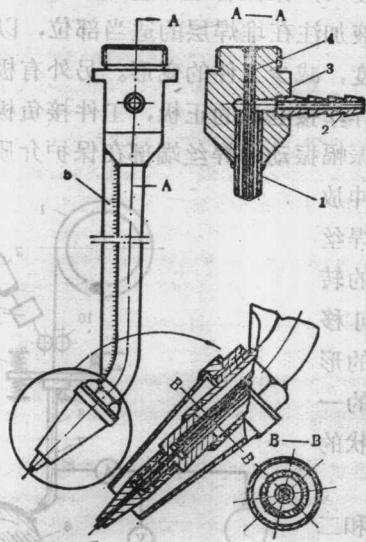


图1—3 二氧化碳气保护焊枪

- 1—钢管 2—CO₂进气接头 3—焊嘴连接头
4—焊丝导管 5—加强筋

短路过渡的过程包括：短路—熄灭—熔滴脱离焊丝—燃烧等四个过程。焊丝与工件接触短路时，电压降到最低点，电流很快升高，电弧在正常燃烧后，在电弧高温作用下，母材和焊丝都开始熔化，焊丝端部熔化的金属形成圆球状的熔滴，在短路后，熔点脱离焊丝。此时电流下降，空载电压又很快上升，电弧重新燃弧。

比较常见的振动电弧堆焊过程，在电感值正常时，由电弧区的电流电压示波图可看到（图1—4），每一振动周期可分为两个阶段，短路阶段g和脉冲放电阶段（电弧燃烧阶段）K。短路阶段析出的电阻热不多，约占总热量的10%左右，而电弧燃烧时间虽只占40%左右，但析出的热量可达90%。因此，熔化焊丝和工件表面的热量主要是电弧热。在一个循环中，每一阶段的持续时间是0.004~

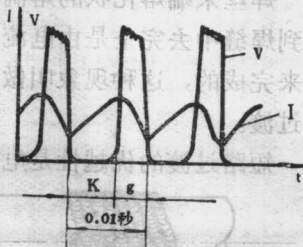


图1—4 接触弧焊法电流电压示波图

0.006秒。图1—5为两阶段的电压、电流波形图。

当空载时，就是在焊丝与工件接触之前，电流等于零，电压为电源的空载电压。当焊丝与工件接触时，电路被短接，电压迅速下降到零，开始了过程的短路阶段，电流值逐渐增大。接触处强大的短路电流所产生的热量，加热了焊丝端部（如图1—6 a 所示），同时电源的部分电能以磁能的形式贮存在电感线圈中。当焊丝端部被加热的瞬间，焊丝又开始向上移动，被加热熔化的焊丝端部金属，在金属表面张力的作用下，形成圆球状熔滴，并克服熔滴的重力，使熔滴继续保持在焊丝端部。由于短路过渡时，所采用的电压较低，电弧平均空间较短，而此时焊丝又以较大的速度送进，故未等焊丝末端熔滴长大，熔滴就已与熔池接触，

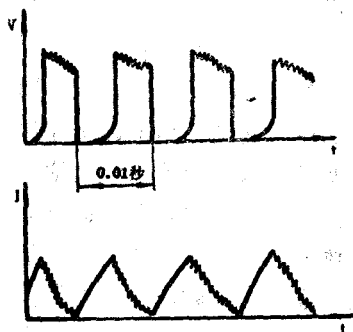


图1—5 电压、电流波形图

熔滴就已与熔池接触，

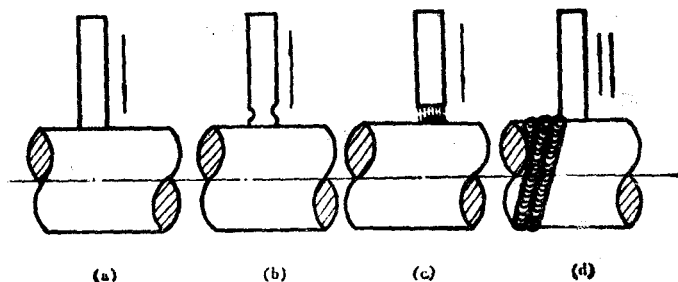
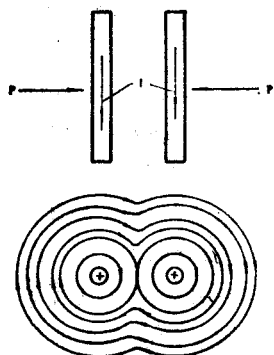


图1—6 脉冲堆焊过程示意图

电弧很快的熄灭，而转入下一个短路过程。以上这个过程就是由燃弧到熄弧的过程。

焊丝熔滴与熔池接触后，熔池在电磁力和焊丝振动向上产生的拉力共同作用下，会使焊丝末端熔滴发生缩颈（如图1—6 b所示），并把熔滴推向熔池。为什么电磁力会有这种作用呢？我们从物理学上知道（如图1—7所示），若把二个平行的导体通入同一方向的电流，则依据右螺旋定则，会产生异方向磁场。在有磁场及通电导体的情况下，根据左手定则，可确定电磁力的方向。图1—7中的左边电磁力方向是把左边的



的导体推向右侧，右侧电磁力的方向是把右边的导体推向左侧，结果电磁力使二个导体靠近。

在同一个导体内部也可以想象为由很多导电的导体组成，我们可以把焊丝末端与熔池接触的熔滴看作为由很多导体组成的液体导体。液体导体的中心所受磁力的大小可由下式确定：

图1—7 二个平行导体通入
同向电流的电磁力

$$P = \mu \cdot \frac{I^2}{\pi \cdot R^2}$$

式中：

P—液体中心所受电磁力。

μ —导体的磁导率。

I—电流。

R—导体半径。

由于焊丝直径很小，通常为0.8~1.6毫米。熔池面积要比焊丝直径大，故焊丝末端与熔池间的液体金属小桥（通称