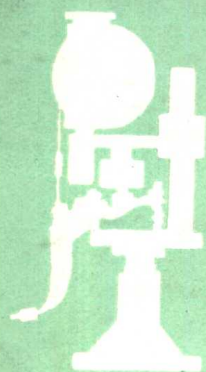


农业机械化丛书

水蒸汽保护振动堆焊

农林部农业机械化局 编



机械工业出版社



TG 455
3426



农业机械化丛书

水蒸汽保护振动堆焊

农林部农业机械化局 编

机械工业出版社

振动堆焊是项新的修复工艺,由于它具有结合强度较高、焊接变形小、焊层均匀等优点,所以最近十几年来得到了迅速的发展。

但是,对于振动堆焊过去没有系统地总结过,本书是在1976年5月全国农机系统振动堆焊经验交流会讨论和补充的基础上,由黑龙江省农机修理研究所等单位总结编写而成。

本书除探讨振动堆焊的基本原理和特点外,对于振动堆焊的设备、规范参数以及振动堆焊的修复工艺实例,均作了详尽的介绍。

本书可供各级拖拉机、农机修造厂修理工、技术员参考。

农业机械化丛书
水蒸汽保护振动堆焊
农林部农业机械化局 编

※

机械工业出版社出版 (北京皇城根外百万庄南街一号)
(北京市书刊出版业营业登记证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

※

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $3^{2/8}$ ·字数 72 千字

1978年7月北京第一版·1978年7月北京第一次印刷

印数 00,601—22,000·定价 0.25 元

※

统一书号: 15033·4491

《农业机械化丛书》

出版说明

在全国人民高举毛主席的伟大旗帜，贯彻执行以华主席为首的党中央抓纲治国的战略决策，团结战斗的大好形势下，为了大力宣传毛主席关于“**农业的根本出路在于机械化**”的教导，普及农业机械化知识，提高农业机械化队伍的思想、技术水平，发挥亿万群众的积极性和创造性，大搞农业技术改革，加快农业机械化的步伐，以适应普及大寨县和一九八〇年基本上实现农业机械化的需要，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。可供在生产队、公社、县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。

前 言

无产阶级文化大革命以来，在毛主席的革命路线指引下，全国许多县农机修造厂以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，认真贯彻“鞍钢宪法”，发扬了自力更生，艰苦奋斗的革命精神，破除迷信，解放思想，大搞旧件修复，在用水蒸汽保护振动堆焊修复农机零件方面也取得了丰富的经验，它使旧件修复品种不断扩大，质量不断提高，为国家节约了大量的优质钢材。

为了使这一行之有效的修复工艺得到普及和提高，我局组织了黑龙江省农机修理研究所，原新疆生产建设兵团阿拉尔拖拉机大修厂和农七、八师机械厂等单位，对全国使用振动堆焊有经验的单位进行了调查和总结，并于一九七六年五月全国农机系统振动堆焊经验交流会上进行了讨论和补充，汇总编写了《水蒸汽保护振动堆焊》一书，供同志们参考。

由于我们的政治、业务水平有限，缺点和不足之处是难免的，殷切希望同志们提出批评和修改意见。

农林部农业机械化局

一九七七年六月

目 录

前 言

一、振动堆焊的基本原理及特点	1
1. 振动堆焊的工作原理	1
2. 振动堆焊的特点	6
二、振动堆焊修复零件的经济效果	7
1. 振动堆焊修复零件的使用效果	7
2. 振动堆焊修复零件的经济效果	7
三、振动堆焊的设备	10
1. 电源	10
2. 振动堆焊机头	26
3. 机床	35
4. 水蒸汽发生器	38
5. 电控箱	42
四、振动堆焊的规范参数	43
1. 规范参数及其影响	43
2. 规范参数的选择方法	51
五、轴、轮类主要零件的振动堆焊修复工艺	53
1. 焊好零件的基本要领	53
2. 轴、轮类零件振动堆焊修复实例	55
六、振动堆焊的质量及常见故障的排除	77
1. 堆焊层和热影响区的金相组织变化	77
2. 堆焊层的硬度和耐磨性	79
3. 振动堆焊的结合强度	82
4. 堆焊层的气孔	84
5. 振动堆焊的裂纹	86
6. 振动堆焊修复零件的疲劳强度	88

7. 振动堆焊修复零件的弯曲变形	90
8. 振动堆焊的常见缺陷及排除方法	91
七、振动堆焊的新进展	94
1. 二氧化碳保护下的振动堆焊	95
2. 气体保护管状粉末焊丝的振动堆焊	102

一、振动堆焊的基本原理及特点

振动堆焊是以一定频率和振幅振动为特征的电脉冲自动堆焊。它的基础是在直流低压感性电路中，作为电极的焊丝与工件的接触和贮能电路（自感线圈）的脉冲电弧放电现象。

由于用此堆焊方法能保证获得薄而平整的、硬度较高的金属层，且零件变形很小，因此对于修复农机的磨损零件特别有效。为了提高堆焊质量，堆焊过程均在保护介质中进行，一般为水蒸汽保护。

1 振动堆焊的工作原理

振动堆焊的工作原理是(图1)：堆焊机床的主轴卡盘夹持工件，按需要的转速旋转；堆焊机头绝缘地安装在机床横拖板或小车上，可作前后和高低位置及倾角的调节，并由拖板带动沿床面做匀速轴向运动。由堆焊机头带动的焊丝以一定的频率（每秒100次左右）和振幅（1.0~2.5毫米）振动，并以一定的速度匀速送进。一定压力的水蒸汽喷射在电弧区，隔绝空气，不使氮和氧、氢等气体侵入，保护着堆焊金属；一定流量的冷却液加注在堆焊零件的适当部位，以冷却零件，提高堆焊层的硬度，减少工件的变形，另有极少部分冷却液冷却焊咀；具有平硬特性的直流电源，焊丝接焊接电源的正极，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间产生接触-脉冲放电过程而熔化，随着振动焊丝的连续送进及工件的旋转、机头的

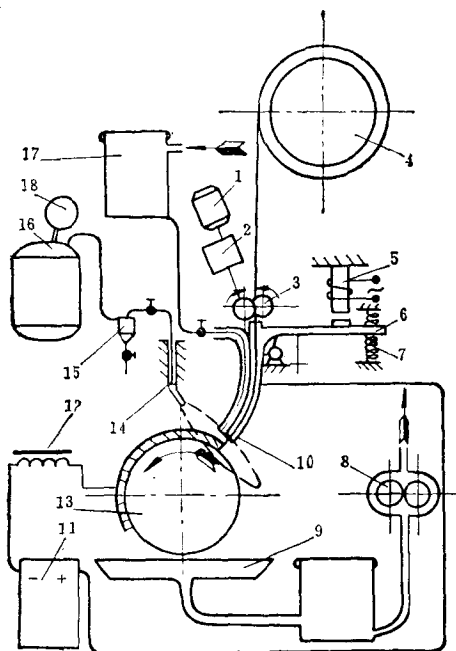


图1 振动堆焊工作原理示意图

- 1—送丝电机 2—送丝减速箱 3—送丝轮 4—焊丝盘 5—振动器
 6—焊咀联动臂 7—弹簧 8—水泵 9—接液盘 10—焊咀
 11—直流电源 12—电感器 13—工件 14—蒸汽保护喷嘴
 15—过滤器(汽、水分离器) 16—蒸汽发生器 17—水箱 18—气压表

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——相连的螺旋状焊道。

在正常电感值时每一振动循环可分为两个阶段：短路阶段和脉冲放电阶段（如图2所示）。在每一循环中，每一阶段的持续时间是0.004~0.006秒。图3为两阶段的电压、电流波形图。空载时，即焊丝与工件接触之前，电流等于零，电压即为电源的空载电压。当焊丝振动接触工件时，电路被

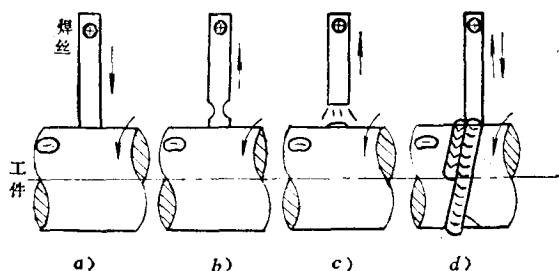


图2 振动堆焊过程示意图

短接，电压迅速下降到零，开始了短路阶段，电流值逐渐增大。接触处强大的短路电流所产生的热量，加热了焊丝的端部（图2a），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回移动，焊丝与工件接触处的稍上部被拉成缩颈（图2b），截面积减小，因而电阻增加，电极间的电压略有增高，在缩颈处的电流密度和温度急剧增长，随后焊丝继续向回移动，缩颈处被熔化，焊丝被拉断，在零件表面上留下一小块金属。在焊丝被拉断的瞬间，即焊丝与工件表面分离产生间隙时，电流急剧下降，储存在电感线圈和电路内的磁能转变为电能产生自感电势。由于此电势与工作电压的方向相同，所以增大了工件与焊丝之间的电压，使之大大超过堆焊时的工作电压（17伏左右），并迅速达到电弧放电电压（30伏左右），焊丝与工件间的介质被击穿而进入电弧放电阶段。由于电路中电感产生的自感电动势使放电过程稳定，放电电压基本保持不变。在电弧的作用下，使留在工件表面的一小块金属熔化，并与基体熔合在一起（图2c）。同时焊丝端头也迅速熔化，一部分熔化金属被损耗（烧损和飞溅），而大部分熔化的金属附于焊丝端头。在下一振动循环的接触短路阶段过渡到

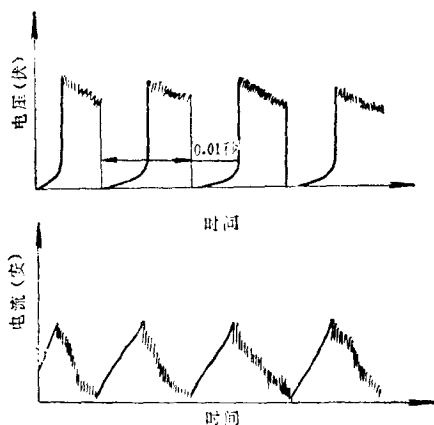


图3 两阶段的电压电流波形图

工件表面上去，又开始了新的接触-脉冲放电过程。如此反复进行，构成了振动堆焊的全过程。

根据对功率波形图的分析（图4），在适当的电感量的情况下，短路阶段所产生的热量很小，约为总热量的15~20%，而在电弧放电阶段产生的热量约为总热量的80~85%，因此焊丝和工件表面的熔化主要是在放电过程中进行。

焊丝以一定频率和振幅振动，这是振动堆焊的本质特点之一。由于焊丝的振动，堆焊可以在很小的电弧功率规范下进行。而在同样规范下的自动堆焊，其过程极不稳定，电弧常常熄灭，发生长时间的短路，跟着就是堆焊过程中断。有很多地方堆焊金属与基本金属熔接不良，堆焊质量非常低劣。为了稳定地进行堆焊，则必须增大电弧功率，提高电弧电压，这样焊丝的熔滴就相当大，并且熔滴的形成没有严格的周期，

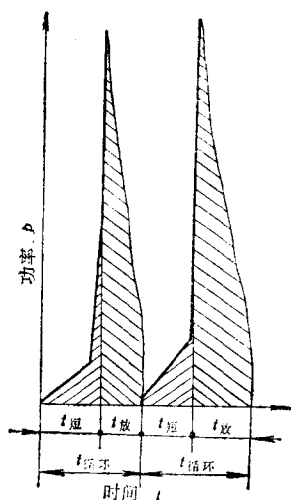


图4 两阶段的功率变化曲线

很难得到薄而平整的堆焊层。同时，由于功率的加大，熔深和热影响区相当大，基本金属与焊丝金属形成较大的混合，因而合金元素的烧损增高；由于热量的增加，产生了相当大的内应力，引起零件的变形。在用合金焊丝进行堆焊时，经常形成热裂纹。因此，焊丝的振动改善了堆焊过程的稳定性，提高了堆焊质量，而且零件也不会过热，熔深浅，热影响区小，零件变形也小，合金元素的烧损也有所减少。

为了防止空气中氢、氮、氧等气体侵入电弧区，采用水蒸汽保护。它比液流下的振动堆焊形成气孔和裂纹的倾向减少，这是由于采用水蒸汽保护降低了堆焊层的氢含量的结果。另外，水蒸汽保护下的振动堆焊的硬度比液流下的振动堆焊层的硬度虽然低一些，但是比较均匀，这就减少了零件的内应力，而使零件的疲劳强度有了改善。

2 振动堆焊的特点

在水蒸汽保护下的振动堆焊中，通常采用细焊丝，并用低电压、小电流进行堆焊，焊丝以一定频率和振幅振动，提高了焊接过程的稳定性，由于采用冷却液冷却工件，使零件获得较高硬度，并采用水蒸汽保护，减少了气孔和裂纹，这些特点就决定了它具有一系列优点：

1) 零件在堆焊过程中受热很小，热影响区小，被焊零件变形很小，因此在修复农机零件方面有较大的适应性，直径 20~600 毫米的轴、轮类零件全可以堆焊修复。

2) 堆焊层的硬度较高，比水流下的振动堆焊硬度均匀。可以通过不同的冷却方法得到不同硬度的堆焊层。一般零件堆焊后不必进行热处理，耐磨性好。

3) 堆焊层均匀、平整，其厚度可根据零件磨损情况来确定，厚度在单方向上为 0.5~3 毫米，加工余量小，便于机械加工。

4) 结合强度高，堆焊金属在实际使用中无起皮和剥落现象。

5) 堆焊层的气孔和裂纹都较在水流下的振动堆焊要少，疲劳强度也有了一定的改善。

6) 生产率较高，堆焊过程是自动进行的，堆焊速度每分钟最高可达 0.8 米，是手工焊的 1~2 倍，由于采用普通钢丝做焊丝，所以堆焊成本低。

7) 操作简便，减轻工人的劳动强度，改善劳动条件。

因此，水蒸汽保护下的振动堆焊是修复磨损的农机零件有效的工艺之一。

二、振动堆焊修复零件的经济效果

1 振动堆焊修复零件的使用效果

振动堆焊适用于堆焊金属零件磨损的外圆表面、内圆表面、螺纹表面、端面及键齿侧面等。尤其在修复拖拉机、汽车、农业机械的磨损零件方面具有广泛的用途。

水蒸汽保护振动堆焊修复的零件一般都具有变形小、结合强度高、耐磨性好等特点，因此修复后的零件一般均能满足使用要求。

采用振动堆焊修复的支重轮（焊两层）可使用 6000～8000 小时，达到新产品的使用寿命；用振动堆焊法修复的轴承，装车使用一个大修期后，经鉴定与新轴承磨损速度基本相同。

采用水蒸汽保护振动堆焊修复的解放汽车曲轴，每万公里的磨损量在 0.01 毫米以下，振动堆焊修复的东方红-54/75 拖拉机曲轴（圆角冲击强化）经使用一万小时（三年，平均每年工作 25000 标准亩）没有发生烧瓦、断轴等事故，仅在工作 7000 小时左右磨轴一次。这说明用振动堆焊修复受交变载荷的重要零件也是可能的。

2 振动堆焊修复零件的经济效果

（一）振动堆焊的经济指标

1）生产率：振动堆焊是自动化进行的，生产率比手工电弧焊高一倍左右。每分钟可堆焊金属 20～30 克。同时由

于表面平整、加工余量小，便于焊后加工。

2) 堆焊成本：由于振动堆焊的生产效率较高，工艺较简单，并减少了复杂的热处理工序，因此修复的零件成本较低，一般为新件价格的 20~60% 左右。

振动堆焊的工时成本为 8~10 元。其中：材料费用 5~7 元，电费 1 元，工时费用 1.2 元/小时，设备折旧及管理费为 0.8 元/小时左右。

3) 设备投资：振动堆焊的设备，国家投资每套为 13000 元左右，但修理厂完全可以自行装备。机床可利用旧车床改装，电源也可以将旧直流电焊机改成为振动堆焊和手工焊两用电源。振动机头、控制柜均可自制，再加电气仪表等外购元件，约投资 5000 元即可建成一套振动堆焊设备。

(二) 振动堆焊修复零件的经济效果

一般振动堆焊可修复东方红-54/75 拖拉机五十多种零件。表 1 中所列的 23 种 62 件零件大部分在大修时需要更换或修复，在大修时若购新件需 1827 元，而这些零件采用振动堆焊修复成本为 770.51 元，平均为新件价格 43% 左右，每台车可节约一千元左右。这就可给国家节约大批优质钢材，如 45 钢及合金钢等。据初步统计，上述 23 种零件总重约为 555 公斤（占东方红-54/75 拖拉机总重量的 10%），制造这些零件需优质钢材 925 公斤（按 60% 利用率计算）。

这样对年修 50 台拖拉机的修理厂来说，每年可给国家节约资金 50000 元，节约钢铁 41.5 吨，而所需用的焊丝仅为 4 吨左右。因此，采用振动堆焊修复对于加快修理进度，保证修理质量，降低修理成本等方面都有着很大的作用。

表1 振动堆焊修复东方红-54/75拖拉机零件成本表

序号	零件名称	材 料		每台车数量	成 本			每台车节约额
		牌 号	重 量 (公斤)		新 价 格 (元)	振动堆焊成本 (元)	修复/新件 (%)	
1	后 轴	45钢	41.1	1	84.00	17.45	21	66.55
2	台 车 轴	50钢	12.6	4	28.00	16.15	58	47.40
3	支 重 轮	ZG45	13.4	16	22.40	10.35	46	192.80
4	支 重 轮 轴	40钢	3.9	8	15.68	9.56	61	48.96
5	摆 动 轴	50钢	2.1	4	8.96	4.20	49	19.04
6	拐 轴	40Cr	16.8	2	61.60	12.60	20	98
7	导向轮轮缘	ZG45	21.2	4	28.00	15.00	53	52
8	托 带 轮 轴	45钢	3	4	12.32	6.95	58	21.48
9	后 桥 轴	45钢	15	1	56.00	8.90	16	47.10
10	导向轮轮毂	HT15~33	11.8	2	12.32	7.00	56	10.64
11	驱动轮轮毂	HT15~33	18.5	2	22.40	10.00	45	24.80
12	万向节叉	ZG45	2	2	11.20	2.70	24	17.00
13	变速箱一轴	45钢	5.7	1	39.20	19.80	50	19.40
14	第 二 轴	45钢	10.5	1	40.03	22.00	16	118.05
15	一、四档变速轴	15钢	1.2	1	8.96	7.00	79	1.96
16	二、三档变速轴	15钢	1.5	1	8.96	7.00	79	1.96
17	操 纵 杆 轴	40钢	2.8	2	15.00	5.00	33	20
18	主离合器轴	45钢	4.3	1	27.00	13.00	48	14
19	张 紧 轮 轴	45钢	0.75	1	5.60	2.00	36	3.60
20	水 泵 轴	45钢	0.3	1	6.05	2.00	33	4.05
21	凸 轮 轴	45钢	5	1	53.76	11.48	21	42.28
22	前 支 梁	ZG45	6.1	1	13.44	4.00	30	9.44
23	曲 轴	45钢	60.3	1	336.00	160.00	47.6	176.00
合 计			555公斤 62件					1056.51

注：1. 新件价格为1975年零件销售价格。

2. 振动堆焊修复成本包括堆焊和机加工两部分。

三、振动堆焊的设备

振动堆焊的设备包括：电源、机头、机床、水蒸汽发生器、电控装置及附属设备等。

1 电 源

(一) 对电源的基本要求

1) 必须具有平硬的外特性

所谓平硬的外特性，指电源输出电压在工作电流变化时基本保持不变的特性。即平直、缓降、缓升的外特性，见图5。

振动堆焊是在较低的电压下（14~22 伏）熔滴呈短路形式过渡的，弧长时刻在变化，为保证电弧稳定，要求电弧电压的变化要小。在实际堆焊中，当送丝速度变化时，电流相应地改变，而电流的变化对不同外特性的电源来说，电压变化的大小也是不同的。从图 6 中明显看出：陡降外特性的电源电压变化较大，会导至振动堆焊的中断。而平直、缓升和缓降外特性电源电压的变化较小，对堆焊过程无影响。

在堆焊过程中，焊丝是等速进给的，保证堆焊的稳定进行的条件是使熔化速度等于送丝速度，即具有一个稳定的电弧长度。电源的堆焊过程的稳

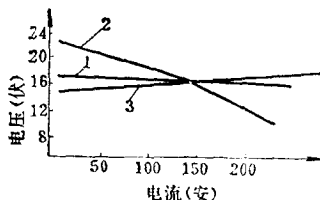


图5 平硬的外特性

1—平直 2—缓降 3—缓升