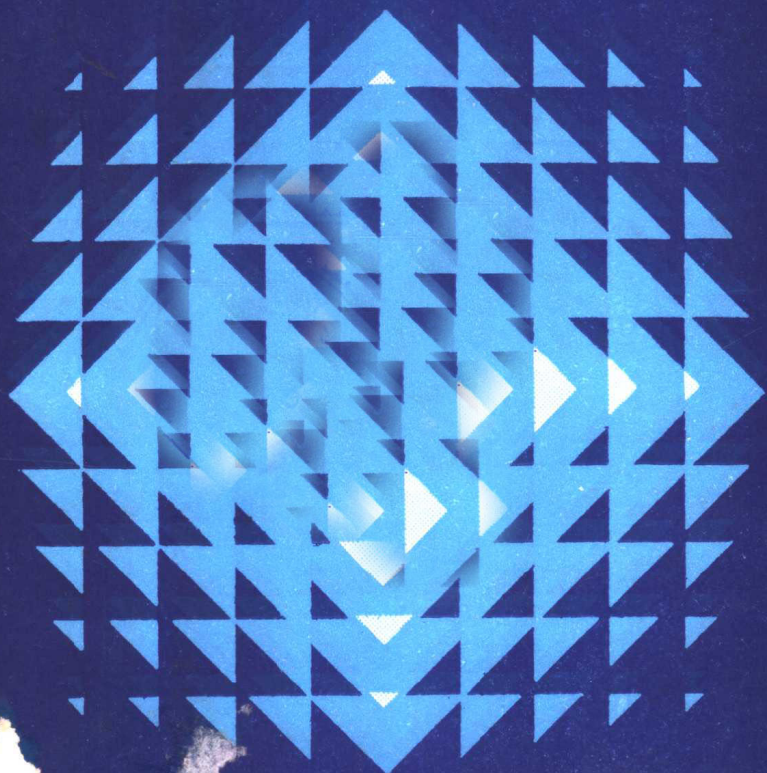


氧炔焰喷焊 在农机修理中 的应用

王 鸿 烈 编



中 国 农 业 机 械 出 版 社

氧炔焰喷焊 在农机修理中的应用

王 鸿 烈 编

中 国 农 业 机 械 出 版 社

内 容 简 介

本书叙述了氧炔焰喷焊及喷涂的一般原理和特点，详尽地介绍了各种喷焊方法、喷焊工艺、设备和操作要点；喷焊用合金粉末的种类、性能以及选用原则。另外用很大篇幅介绍了采用氧炔焰喷焊修复农机旧件的实例，并列出了经济效果。

本书可供从事农机修理工作的技术人员和工人参考，也可作为培训农机修理人员的教学参考书。

氧炔焰喷焊在农机修理中的应用

王鸿烈 编

中国农业机械出版社出版

北京市海淀区阜成路东钓鱼台乙七号

中国农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

新华书店经售

787×1092 32开 3¹/₄印张 79千字

1983年8月北京第一版 1983年8月北京第一次印刷

印数：0,001—3,500 定价：0.35元

统一书号：15216·135

前 言

农机修理是实现农业机械化的一个重要环节。为保证农机具经常处于完好技术状态，加强农机修理具有重要的意义。

在农机修理中，修理部门采用了很多修理方法，修复了很多零件，降低了修理成本，节约了大量的原材料。要延长机具的使用寿命，可在零件易磨损部位表面喷上一层薄且均匀致密的保护层，这个保护层能与零件表面形成晶内结合，具有耐磨性能。这就是本书所介绍的氧炔焰喷焊法。黑龙江省友谊农场八分场从七五年开始用氧炔焰喷焊法提高农机具刃部的耐磨性，经试验，延长使用寿命2~5倍。以后又用氧炔焰喷焊法恢复零件尺寸，提高耐磨性能，也取得了显著效果。编写本书目的就在于介绍氧炔焰喷焊法在农机修理中的应用，指出它的特点和应用范围。希望广大农机修理工作者不断研究、发展和完善它，使这项工艺在实现农业机械化过程中，起到应有的作用。

由于业务水平有限，加之氧炔焰喷焊在农机修理中的应用还处在发展中，对于书中的错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

一九八一年五月

目 录

前言

第一章 氧炔焰喷焊的基本原理及喷焊方法..... 1

一、氧炔焰喷焊的基本原理..... 1

1. 喷涂过程..... 1

2. 熔化过程..... 3

二、氧炔焰喷涂的基本原理..... 5

1. 产生机械结合..... 5

2. 产生显微焊接..... 5

3. 产生金属键的物理结合..... 5

4. 产生微扩散结合..... 5

三、喷焊方法..... 6

1. 氧炔焰喷焊一步法..... 6

2. 氧炔焰喷焊二步法..... 6

3. 氧炔焰喷涂法..... 6

第二章 氧炔焰喷焊的优点和应用范围..... 7

一、氧炔焰喷焊的优点..... 7

二、氧炔焰喷焊的应用范围..... 8

1. 喷焊一步法应用范围..... 8

2. 喷焊二步法应用范围..... 8

3. 喷涂法应用范围..... 9

第三章 氧炔焰喷焊设备及附属装置..... 10

一、氧炔焰喷焊设备..... 10

1. 乙炔发生器..... 10

2. 瓶装氧气..... 10

3. 火焰的构造..... 10

4. 喷焊枪.....	13
二、附属装置.....	23
1. 转动卡盘及夹具.....	23
2. 烘干箱.....	23
第四章 喷焊用粉末	24
一、氧炔焰喷焊工艺对粉末性能的要求.....	24
1. 喷焊合金粉末要有良好的“自熔性”	24
2. 喷焊合金粉末要有较低的熔点.....	24
3. 喷焊合金粉末要有合适的液态流动性.....	24
4. 喷焊合金粉末要有良好的固态流动性.....	25
二、氧炔焰喷焊合金粉末的牌号.....	25
三、氧炔焰喷焊合金粉末的组成和性能	27
四、氧炔焰喷涂粉末的组成和性能	29
五、氧炔焰喷焊合金粉末的选用原则.....	31
六、国外喷焊合金粉末.....	32
第五章 喷焊工艺.....	37
一、氧炔焰喷焊一步法工艺要点.....	37
1. 喷焊前的准备工作.....	37
2. 工件预热.....	40
3. 工件喷预保护层.....	41
4. 喷焊.....	41
5. 喷焊层的冷却及加工.....	42
二、氧炔焰喷焊二步法工艺要点.....	43
1. 喷焊前的准备工作.....	43
2. 工件预热.....	43
3. 工件喷预保护层.....	43
4. 喷粉操作工艺过程.....	43
5. 重熔.....	44
6. 重熔后冷却及加工.....	45
三、氧炔焰喷涂法工艺要点.....	46

1. 被喷工件表面预处理	46
2. 预热	47
3. 喷过渡层粉	47
4. 喷工作层粉	48
5. 喷涂层的机械加工	49
第六章 喷焊层缺陷分析	51
1. 喷焊层剥落	51
2. 喷焊层裂纹	51
3. 喷焊层有气孔	51
4. 喷焊层夹渣	51
第七章 安全生产和合金粉末的回收利用	52
1. 安全防火	52
2. 通风	52
3. 合金粉末的回收利用	52
第八章 喷焊实例	53
一、农业机械喷焊实例	53
实例 1、五铧犁犁铧	53
实例 2、五铧犁犁踵	54
实例 3、中耕机锄铲齿	55
实例 4、中耕机杆齿	56
实例 5、圆盘耙耙片	57
实例 6、缺口耙耙片	58
二、拖拉机零件喷焊实例	59
实例 7、东方红-54 曲轴	59
实例 8、东方红-40 曲轴	60
实例 9、东方红-28 曲轴	61
实例 10、发动机后支座	62
实例 11、外飞锤	63
实例 12、内飞锤	64
实例 13、气门	65

实例14、气门摇臂	66
实例15、气门挺杆	67
实例16、起动机曲柄	68
实例17、起动机连杆	69
实例18、燃油泵凸轮轴	70
实例19、挺杆调整螺钉	71
实例20、调整螺钉	72
实例21、铁牛-55拖拉机后半轴	73
实例22、东方红-54小减速齿轮	74
实例23、东方红-54小锥形齿轮	75
实例24、东方红-54大减速齿轮	76
实例25、后轴总成	77
实例26、二、三档变速轴	78
实例27、变速杆	79
实例28、变速杆导板	80
实例29、变速器杠杆	81
实例30、离合器结合杠杆	82
实例31、传动轴	83
实例32、从动鼓轮鼓	84
实例33、主离合器轴	85
实例34、二、三档变速叉	86
实例35、分离叉	87
实例36、主离合器分离叉	88
实例37、万向节叉	89
实例38、联轴节拨叉	90
实例39、万向轴	91
实例40、拐轴	92
实例41、支重轮轴	93
实例42、托链轮轴	94
实例43、摆动销栓	95
实例44、东方红-54 机体	96

三、汽车零件喷焊实例	97
实例45、变速叉—第一速及倒速	97
实例46、变速叉轴—第四速及第五速	98
实例47、变速叉—第四速及第五速	99
实例48、变速叉轴—第二速及第三速	100
实例49、变速叉轴—第一速及倒速	101
实例50、变速操纵杆	102
实例51、离合器压盘分离杆	103
实例52、差速器—十字轴	104
实例53、万向节—十字轴	105
实例54、花键轴—传动轴	106
四、联合收割机零件喷焊实例	107
实例55、东风联合收割机纹杆	107
实例56、联合收割机滚筒钉齿	108
五、其他机械零件喷焊实例	109
实例57、粉碎机锤片	109
实例58、推土机的推土铲	110
实例59、制瓦机模子	111
实例60、制砖机搅龙	112

第一章 氧炔焰喷焊的基本原理及喷焊方法

一、氧炔焰喷焊的基本原理

氧炔焰喷焊是用氧乙炔火焰喷焊枪把自溶性合金粉末喷射到基材表面，经过重熔形成所需要的敷层。其结合机理是：被喷焊的基材表面未经熔化，而交界面上的基材被熔化的低熔点自溶性合金所溶解，形成了表面合金，互相扩散、互相渗透，最后形成一层牢固呈焊合状态的涂层。

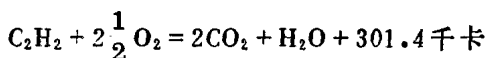
这里包含两个过程：即喷涂过程和熔化过程。

1. 喷涂过程

喷涂时，合金粉末通过氧乙炔的燃烧加热作用，达到半塑性状态，高速冲击碰撞基材表面，形成叠层。因此，喷涂过程与氧乙炔焰燃烧性质、喷涂温度、粉末飞行速度有关。

(1) 火焰

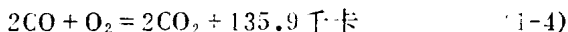
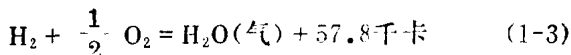
氧—乙炔完全燃烧的化学反应式如下



由上式看出，当完全燃烧时，如果乙炔量是 1，则氧气量就是 $2\frac{1}{2}$ ，这样可得到中性焰。

上式又可分别写成下列 4 式





在紧接着喷嘴出口的白光端部附近，如图1-1焰心部分，将发生上述(1-1)、(1-2)两式反应。外焰部分将进行(1-3)、(1-4)两式的反应，燃烧所需要的氧气由空气提供。在火焰中飞散的粉末不断地受到加热。

(2) 喷涂温度

与工件表面碰撞时的粉末，应处在使本身熔化或接近熔化的温度。火焰各部温度如下：

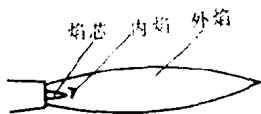


图1-1 火焰构造图

距喷枪出口60~70毫米处温度达2500℃；

距喷枪出口100毫米处温度达1900℃；

距喷枪出口150毫米处温度达1400℃。

(3) 粉末飞行速度

为了形成涂层，粉末在加热的同时，必须具有相应的冲击速度，即粉末飞行速度。喷涂粉末在高温状态下，高速地碰撞工件表面，产生扁平变形并叠积，形成涂层。据有关资料介绍：

距喷枪出口50毫米位置燃烧速度为80米/秒；

距喷枪出口100毫米位置燃烧速度为50米/秒；

距喷枪出口150毫米位置燃烧速度为30米/秒。

喷涂温度和粉末飞行速度与选择喷涂距离有直接关系，粉末碰撞到基材表面前，必须达到半塑性状态。如喷涂距离近，粉末尚未达到半塑性状态，必然造成沉积率降低。与此相对应的近距离，粉末飞行速度也高，冲击力太大，也必然造成沉积率降低。

如喷嘴与工件表面距离过远，已达到半塑性状态的粉末

又冷却下来，飞行速度降低，冲击力变小，同样达不到理想的沉积率。根据实践经验，要使达半塑性状态的粉末，具有一定冲击力并获得理想的沉积率，喷嘴距工件表面距离为100~150毫米时最为理想。

2. 熔化过程

通过上述火焰喷涂而得到的自熔性合金涂层与其他喷涂材料的涂层一样，存在着最多可达25%的气孔，同时与工件之间的结合主要为机械结合，涂层内各微粒的边界具有许多气孔和氧化物（多孔性），为了消除涂层中的气孔及氧化物，形成无气孔的保护层，必须对自熔性合金进行重熔处理。通过重熔处理，工件与涂层之间呈冶金结合，大大提高了结合强度。分析重熔过程可知，要得到无气孔的与工件形成冶金结合的涂层，首先要求熔化的涂层能润湿工件。在操作过程中，当液体涂层与基材表面接触时，可能出现两种情况，一种是液体不能粘附在基材表面，称为不润湿。这时液体力图缩小与基材表面的接触，液体在基材表面上成为球状。另一种情况是液体能均匀地粘附在基材表面上，称为润湿。液滴在基材表面上改变了自己原来的形状。

重熔时，涂层是熔化的，而工件不熔化。显然，熔化的涂层只有很好地润湿工件，才能形成紧密的接触。否则，涂层只能附在工件表面上，焊不牢固。

（1）影响润湿性的因素

1) 表面氧化物的影响 表面氧化物的存在，妨碍涂层与基材表面的直接接触。

2) 重熔温度的影响 温度升高，有助于提高涂层对工件的润湿性，但涂层对工件的熔化加重，影响涂层性能。

3) 工件表面状态的影响 在粗糙表面的润湿性比光滑表面好。这是由于工件表面纵横交错的细槽，对液体金属起特

殊的毛细作用，促使液态金属层在工件表面上流动。

(2) 涂层与工件表面的相互作用

重熔时，熔化的涂层在工件表面润湿过程中与工件表面发生相互作用，这种作用可归结为两种：

1) 基材溶解于液态涂层 重熔时，因为涂层和基材一般在液态下是能够相互溶解的，所以在重熔过程中，工件能溶于液态涂层。如果工件与涂层产生适当的溶解，表层溶于涂层中，相当于对工件表面产生“清理”作用，使工件以纯净表面与涂层直接接触，有利于提高润湿性。但是工件元素溶于涂层，影响涂层性能。



图1-2 灰铁交界处有一
宽约0.06毫米过渡层

2) 涂层向基材扩散

在重熔过程中，在工件溶解于液态涂层的同时，也出现涂层向基材扩散的现象。如果扩散作用形成的是固溶体，对结合强度没有影响，如果形成的是化合物，则结合强度降低。从图1-2可以看出，固态金属被液态金属溶解而产生结合。

综上所述，重熔时，涂层与工件基材表面相互溶解与扩散的结果，形成了冶金结合。

二、氧炔焰喷涂的基本原理

氧炔焰喷涂工艺是没有重熔工序的，涂层与基材表面都不熔化。为什么涂层能与基材表面结合呢？主要是在喷涂工作层粉末之前，先喷一层过渡层粉末（打底粉），通过车偏心棒料试验，发现镍铝化物与基材表面间能形成冶金结合。其机理如下：

1. 产生机械结合

零件表面车成螺纹，当高温粒子以高速碰撞到基材表面的尖部时，粒子产生变形，当降温后，颗粒收缩咬住螺纹尖部，形成机械结合。

2. 产生显微焊接

镍包铝复合粉属于放热型粉末。当达到半塑性状态的粉末以高速碰撞基材表面时，镍包铝复合粉末破裂产生化学反应。由于镍铝化合产生高温，把基材表面车成螺纹的尖部熔化，使工件与高温破裂的镍熔合在一起，形成显微焊接。

3. 产生金属键的物理结合

当高速高温的颗粒碰撞在极其干净的基材表面时，颗粒与基材表面的距离，可能达到晶格范围内，这时就产生了金属键结合。产生金属键结合的最基本条件就是一定要在极其干净的表面上，同时距离要在晶格距离内方可产生。

4. 产生微扩散结合

由于放热型的镍包铝复合粉在基材表面上的碰撞，使它们能紧密的接触并产生变形、高温。这增加了接触面上原子的活动能力，使粉末与基材之间的原子相互扩散。

由于上述的四种结合力使过渡层与基材表面结合强度大大提高。

三、喷焊方法

氧炔焰喷焊从操作工艺上分有三种方法

1. 氧炔焰喷焊一步法（也叫边喷边熔法）

这种方法是喷粉与熔化工序在同一操作过程中进行。喷焊时，粉末是被喷在工件表面的一个局部面积上，当达到要求厚度时，即中断粉末供给，而喷焊枪继续加热这块面积，使涂层与基材表面熔融。然后，喷焊枪沿着工件表面缓慢向前移动，并间歇地压下送粉装置的操纵杠杆，边喷边熔向前延展，直到整个工件表面被喷焊层覆盖，并完成熔融。

2. 氧炔焰喷焊二步法（也叫先喷后熔法）

氧炔焰喷焊二步法，就是用喷焊枪先把粉末喷到预热好的基材表面上，然后立即将基材表面和整个粉末喷涂层加热到均匀熔化的温度，得到均匀致密的冶金结合层。

3. 氧炔焰喷涂法

喷涂法是指粉末与基材表面都不熔化的一种火焰喷涂工艺。为保证结合强度，必须首先喷涂一层与基材表面结合力很强的打底粉，然后再在打底粉上喷上所需厚度的工作层粉末。工件温度可控制在 275°C 以下。修复精度要求较高、受热易变形的零件都得用喷涂法。

第二章 氧炔焰喷焊的优点 和应用范围

一、氧炔焰喷焊的优点

氧炔焰喷焊较其他修复工艺，如振动堆焊、手工电弧焊、低温镀铁等有如下的特点：

(1) 设备简单 易于自制

氧炔焰喷焊不需要象振动堆焊、等离子喷焊、金属喷涂等工艺所必备的那些大型设备。氧炔焰喷焊设备可以因地制宜地选购或自制。一般国营农场或县、社均可办到。

(2) 工艺易于掌握

氧炔焰喷焊工艺程序简单，工艺参数少，只要使用过氧乙炔焊炬，经过一般的训练，就可以掌握。

(3) 生产效率高

氧炔焰喷焊比其他修复工艺效率高，对一些易损件，喷焊后不需加工，即可获得光滑平整、质量好的表面。

(4) 喷焊层性能优良

氧炔焰喷焊层具有较高的硬度，喷焊后的合金成分几乎保持不变。制造的合金粉达到多大硬度，喷焊后仍可保持原来的硬度，不需热处理。喷焊层硬度可控制在洛氏硬度35~64之间。

氧炔焰喷焊层具有耐腐蚀、耐高温、抗氧化等优异性能。这些性能取决于采用那种类型的合金粉末。如喷焊镍铬硼硅合金粉就抗氧化，采用钴基合金粉就耐高温，可根据不同的需要采用不同类型的合金粉末。

(5) 应用范围广

氧炔焰喷焊可在钢、铸铁、铜或铝等金属工件表面上进行，形成厚度为0.1~1.5毫米的覆盖层。喷焊的工件可用于动配合和静配合的场合。

使用的合金粉末系低共熔（自熔性）合金，可以在较低的温度下熔融，喷焊温度一般在950~1250℃。且熔深浅（小于0.05毫米），可节约昂贵的合金材料。

二、氧炔焰喷焊的应用范围

氧炔焰喷焊应用范围较广，按不同工艺，在农机修理中的应用分以下几个方面：

1. 喷焊一步法应用范围

(1) 恢复磨损零件的尺寸，特别是对小零件表面的喷焊更有效。如拖拉机的气门、摇臂头、变速拨叉等。

(2) 农业机械与土壤接触的易磨损件，采用一步法喷焊，不但可以延长使用寿命，而且可起自动磨刃作用。

(3) 适用于大小零件的局部补修。

(4) 修复腐蚀、穴蚀零件。

发动机气缸套、水套等长期与水接触（如4115发动机气缸套）穴蚀现象十分严重。用这种方法对这些零件进行喷焊，能收到良好效果。

2. 喷焊二步法应用范围

(1) 应用于圆柱及旋转零件的表面喷焊，如拖拉机的后大轴、支重轮轴等。

(2) 应用于大面积的要求喷焊后表面平整的零件。

(3) 应用于铸铁、钢材以及铜铝合金等金属零件（喷焊铜、铝合金时，需用铜基及铝基合金粉末）。