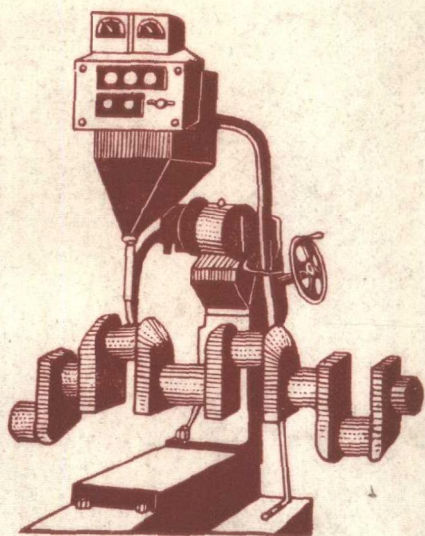


农业机械零件焊修技术

徐均康編



河北人民出版社

农业机械零件焊修技术

徐均康 编

河北人民出版社出版(天津市河西区尖山路) 河北省书刊出版业营业许可证第三号

河北人民出版社印刷厂印刷 河北省新华书店发行

350×1168 1/32 • 4 $\frac{3}{4}$ 印张 • 126,000字 印数: 1,701—6,300册 1962年11月第一版
1964年5月第二次印刷 统一书号: T15086 • 119 定价: (7)0.46元

序

要保證拖拉機及農業機械按時保質保量地為農業生產服務，就必須使它們經常處於正常的技術狀態。要做到這一點，不僅取決於使用時對它們的正確技術保養，同時還取決於對它們的修理質量。

對於拖拉機及農業機械的修理，應該要求可靠、迅速及耗用最少的勞動和材料。為此，應該在修理時遵守典型的工藝和廣泛地採用先進的方法。

在拖拉機及農業機械修配廠、站中，對於承修的機器中磨損及損壞的零件，一般採用兩種處理的方法：一種是換用新零件——配件；一種是用多種方法，其中特別是採用焊接及堆焊方法進行修復。一般說來，後一種方法具有較大的經濟意義，因為它可以節約大量的金屬材料及資金，可以減少修理及使用中的停車，所以應該儘可能地在修理中應用它。

在實際使用中，用焊接及堆焊方法修復零件已成為一種主要的工藝過程。根據有關資料，ДТ-54 拖拉機一般需修的 152 個零件中，有 100 個零件；КД-35 拖拉機的 141 個需修零件中，有 103 個零件以及 С-80 拖拉機需修零件的 85%，可以用焊接及堆焊方法修復。而堆焊工作在当前已不僅是一種最經濟的修復方法，而且還可利用它來提高零件的使用壽命。

本書共分七章，第一章敘述在拖拉機及農業機械製造中常用的金屬及其焊接性能；第二章主要是介紹拖拉機及農業機械零件常用的焊接及堆焊方法；第三章以較大的篇幅介紹了電弧堆焊修復拖拉機及農業機械零件的方法及經驗，其中包括一些先進的方法；第四章介紹氣焊修復拖拉機及農業機械零件的

方法及經驗；第五章是簡要分析焊接與堆焊工作中常見的缺陷及其防止和消除方法；第六章敘述施焊時的安全技術和防火措施；第七章是焊接及堆焊修復零件時的技術定額問題。書中引用了大量實例，並都具有具體的數據，對實用有很大的參考價值。

由於我國焊條材料、焊條及熔劑方面的牌號和標準正在制訂中，書中很多實例又是取自蘇聯資料，因而本書關於焊條材料、焊條及熔劑等都是用的蘇聯牌號和標準。為了便於實用，在有關各章及附錄中介紹了其中常用牌號及標準的數據資料，讀者可以參照這些資料選用在生產中可能得到的焊條（焊條絲）及熔劑。

本書適合於拖拉機和農業機械修配廠、站中的焊工及有關技術人員閱讀，也可作為有關訓練班的教學參考書。

在使用本書時，建議首先閱讀一下第一、二、六章。第一、二章中介紹的是焊接的基本知識，可以從中了解到一些常用名詞和術語的含義，這對閱讀以後幾章會有幫助。第六章中介紹的是有關焊接的技術安全常識，因而也很重要。

由於編者水平有限，因而書中難免有錯誤之處，希廣大讀者予以批評指正。

徐 均 康

1962. 7.

目 录

第一章 拖拉机及农业机械制造常用的金属及其焊接性能	1
一. 黑色金属	1
二. 有色金属	9
三. 硬质合金	10
第二章 拖拉机及农业机械零件修复常用的焊接方法	11
一. 电弧焊	12
二. 气焊	33
第三章 电弧焊修复拖拉机及农业机械零件	41
一. 电弧焊修复钢零件	41
二. 电弧焊修复铸铁零件	60
三. 手工电弧堆焊修复零件	72
四. 自动电弧堆焊修复零件	103
五. 振动电弧自动堆焊修复零件	114
第四章 气焊修复拖拉机及农业机械零件	122
一. 气焊所用的添加金属	122
二. 气焊修复钢零件	123
三. 气焊修复铸铁零件	124
四. 气焊修复零件举例	127
第五章 焊接与堆焊工作的缺陷及其预防和消除方法	129
一. 缺陷种类	129
二. 各种缺陷的产生原因及防止方法	129
第六章 施焊时的安全技术和防火措施	136
一. 总的要求	136
二. 电弧焊时的安全技术和防火措施	136
三. 气焊及气割时的安全技术和防火措施	139

第七章 焊接及堆焊修复零件的技术定额	141
一. 时间定额及生产率定额	141
二. 电弧焊的技术定额	142
三. 气焊的技术定额	144

【附录】

1. 常用苏联牌号焊条芯的用钢标准	146
2. 苏联牌号熔剂的化学成分(%)	147
3. 苏联合金钢的合金元素符号与我国符号的对照表	148

第一章 拖拉机及农业机械制造

常用的金属及其焊接性能

金属的机械性能取决于它们的組織结构；金属的組織结构取决于它们的化学成分以及加热和冷却的进行过程（即热处理的过程）。金属的这些特性直接影响到它们的焊接性能。

在拖拉机及农业机械制造中，常用鋼（包括碳鋼及合金鋼）、鑄鐵（包括灰口鑄鐵、可鍛鑄鐵、孕育鑄鐵、合金鑄鐵）及有色金属合金（包括銅合金、鋁合金）制造各种零件。为了很好地利用焊接和堆焊方法修复这些磨損或損坏的零件，应该对这些金属的特性以及它们的焊接性能有一定的了解。

此外，在拖拉机及农业机械零件的修复作业中，也常应用在零件易磨損表面上堆焊硬质合金层的方法，以提高它的耐用度和使用期限。因此，对于这些硬质合金的特性及它们的焊接性能也应有所了解。

本章将依次叙述这些問題。

一. 黑色金属

（一）黑色金属的化学成分及組織

黑色金属是鉄和碳的合金。同时，在它们的成分里一般还含有錳、矽以及一些在一般情况下是有害的杂质，如硫、磷等。

碳对于黑色金属的机械性能影响最大。含碳量增加时，黑色金属的硬度和强度也就增加，而韌性就降低。机械性能还与金属的结构組織有关。碳在黑色金属中可能是以自由状态的石墨形式

存在，也可能是以化合物状态的鉄碳化合物 (Fe_3C) (注1) 形式存在，它們对于金属的硬度和强度都有很大的影响。黑色金属的最大溶碳量为重量的 6.67%，但实际上要小得多。一般对含碳量在 1.7% 以下的黑色金属称为鋼；对含碳量高于 1.7% 的称为鑄鉄。

任何含碳量的鋼从液态开始凝固时，首先都变成均匀的鉄碳固溶体 (注2)，这种組織称为奥氏体；当继续冷却时，奥氏体便析出近乎純粹的鉄或鉄碳化合物 (Fe_3C)，前者称为鉄素体 (注3)，而后者称为渗碳体，当冷却到 723°C 时，这种組織变化便停止；再继续冷却时，剩余的奥氏体組織便分解成鉄素体和渗碳体的机械混合物 (注4)，即一般所謂的珠光体。

鑄鉄在冷却时同样也发生組織的变化。当溫度在 $1,135^\circ\text{C}$ 以上时，含碳量在 4.3% 以下的鑄鉄組織是由液态溶液以及奥氏体的結晶所組成；含碳量为 4.3% 的鑄鉄組織是全部由液态溶液所組成；而含碳量在 4.3% 以上的鑄鉄組織則是由液态溶液以及渗碳体的結晶所組成。当溫度从 $1,135^\circ\text{C}$ 冷却到 723°C 时，含碳量在 4.3% 以下的鑄鉄組織是由奥氏体、渗碳体以及奥氏体与渗碳体的机械混合物 (称为莱氏体) 所組成；含碳量为 4.3% 的鑄鉄是

(注1) 化合物，由几种元素相互熔合的液体合金在冷却轉变为固态时，其中的一些元素相互发生化学作用，而形成一种与原来元素完全不同的物体，这种物体就称为化合物。化合物中各元素的成分比例是固定不变的。这里所說的鉄碳化合物就是由鉄和碳元素形成的化合物。

(注2) 固溶体，由几种元素相互熔合的液体合金 (液溶体) 在冷却轉变为固态时，其中的一些元素仍相互溶解，而形成一种与液溶体相似的固体，这种固体就称为固溶体。固溶体中各元素的成分比例是不固定的，可以在一定范围内变动。这里所說的鉄碳固溶体就是由鉄和碳元素形成的固溶体。

(注3) 鉄素体实际上也是一种鉄碳固溶体，不过它的鉄的晶体結構与奥氏体的不同，并且它的溶碳量极低，最大为 0.04%，因此一般又称之为純粹鉄。

(注4) 机械混合物，由几种元素相互熔合的液体合金在冷却轉变为固态时，可能形成一种由构成合金的各元素、固溶体或化合物混合組成，彼此間互不发生作用的物体，这种物体就称为机械混合物。这里所說的鉄素体和渗碳体的机械混合物就是由鉄素体 (是一种鉄碳固溶体) 和渗碳体 (鉄碳化合物) 混合組成的机械混合物。

全部由萊氏體所組成；而含碳量在 4.3% 以上的鑄鐵組織則是由滲碳體和萊氏體所組成。當繼續冷卻到 723°C 以下時，含碳量在 4.3% 以下的鑄鐵組織是由珠光體、滲碳體和萊氏體所組成，此時如果冷卻速度較慢，便由鐵素體、珠光體和石墨組成（即灰口鑄鐵）；含碳量為 4.3% 及 4.3% 以上的鑄鐵組織則一般無變化。

鋼和鑄鐵在加熱時同樣也會發生組織變化，只是變化情況與冷卻時的相反而已。

鐵素體是一種軟而可塑的金屬組織，而滲碳體是一種脆而硬的組織。鋼中含碳愈多，它的組織中滲碳體也就愈多，因而它的塑性(注1)就愈小。金屬組織的形狀和尺寸，即金屬顆粒的形狀和大小，對鋼和鑄鐵的機械性能影響很大。例如，鋼中珠光體片狀組織愈細密，滲碳體的顆粒愈小，鋼就愈硬愈堅固；而大顆粒的組織會強烈地降低它的強度和韌性。金屬顆粒的形狀和大小是取決於它的加熱溫度以及冷卻速度。

鋼和鑄鐵的組織、顆粒形狀和尺寸，可以用掌握它從液態開始的冷卻速度的方法進行控制；並且對於已形成的組織、顆粒形狀和尺寸，可以用熱處理方法使之改變，以滿足我們的要求。例如，將含碳 0.4—0.8% 的鋼加熱到 $850—950^{\circ}\text{C}$ 後，在不同的冷卻速度下，它的奧氏體組織就可能變成鐵素體、珠光體、索氏體、托氏體和馬氏體(注2)等不同的組織。冷卻速度愈高，鋼的硬度和強度就愈高，而韌性和塑性則較低。根據這種特性，就可以

(注1) 塑性，金屬的塑性是指它的可鍛造性，也即它可經受變形的性能。一般塑性好的金屬比較軟，如低碳鋼、鉛等，在加熱或冷態下，可以用外力使之變形（如拉伸、擠壓）；而塑性差的金屬比較硬，如鑄鐵等，即使在熱態下，也很難加力使之變形，而在加力超過一定限度時斷裂。

(注2) 索氏體、托氏體，與珠光體一樣，都是鐵素體與滲碳體的機械混合物，它們是奧氏體在不同的冷卻速度下形成的，主要區別在於結構的細度不同。珠光體是在較低的冷卻速度下形成的，結構粗大；索氏體次之；而托氏體是在較大的冷卻速度下形成的，結構最細。馬氏體是在奧氏體的冷卻速度超過一定值時形成的，它是一種碳在鐵中的過飽和固溶體（即固溶體中碳的成分比例超過了碳在鐵中的最大溶解度），它的性質較硬，且脆。

利用各种热处理的方法来改变鋼的性能。例如，为了提高鋼的硬度和强度，就可以利用淬火方法，即是将它加热到 $850-950^{\circ}\text{C}$ ，保温若干時間后，在水或油中冷却；为了降低鋼在淬火后的脆性和硬度以增加韌性，可以利用回火方法，即是将它加热到 720°C 以下，保温一定時間后，进行冷却。此时，回火溫度就决定了回火后鋼的組織：在 $300-450^{\circ}\text{C}$ 进行低温回火后，形成托氏体組織；在 $400-600^{\circ}\text{C}$ 进行中溫回火后，形成索氏体組織；而在 $600-700^{\circ}\text{C}$ 进行高温回火后，則形成珠光体組織。为了得到韌性和塑性最大的鋼，可以利用退火的方法，即是将它加热到 $850-950^{\circ}\text{C}$ 以上，保温若干時間后，在炉中緩慢地进行冷却，以得到含鉄素体和珠光体最多的組織。为了得到具有正常組織构成（鉄素体、珠光体、渗碳体）关系的鋼，則可以利用正火的方法。

金屬的組織可以利用放大分析以及显微分析的方法进行观察。放大分析可以观察組織变化的性质以及发现非金属夹杂、有害杂质、气孔和裂縫等缺陷的存在；而显微分析可以确定組織结构的类别、数量比例以及性质。

（二）鋼

对于在拖拉机及农业机械制造中使用的鋼的基本要求是：具有优良加工性能；具有高的机械性能；可以經受热处理。

鋼有碳鋼及合金鋼两种。碳鋼按用途可分为碳素結構鋼和碳素工具鋼两大类，而在拖拉机及农业机械中常用的为碳素結構鋼。碳素結構鋼按质量分类又可分为：普通碳素結構鋼、优质碳素結構鋼及高級优质碳素結構鋼。普通碳素結構鋼又有甲类（只規定机械性能）、乙类（只規定化学成分）与丙类之分，而以甲类用得較多。优质碳素結構鋼在成分、非金属夹杂物及其他缺陷方面的要求都比普通碳素結構鋼的要求为高，它一般是在硷性馬丁炉中熔炼成的。高級优质碳素結構鋼是在酸性馬丁炉或硷性电炉中熔炼成的，它在成分的变动范围、硫磷等有害杂质的含量以及非金属夹杂等方面，都限制极为严格，同时还規定一定的机械性

能要求。合金鋼共有九大类，而在拖拉机及农业机械制造中用得較多的是其中的合金結構鋼。

甲类普通碳素結構鋼常用汉语拼音字母“G”编号，在它的后面标以数字0、1、2、3……，如G0、G1、G2、G3等，其中除G0号为不合条件的杂牌鋼外，G1至G7含碳量依次增加。优质碳素結構鋼用两位数字编号，如10、20、30、40等，該数字是表示鋼中平均含碳量的万分之几数。高級优质碳素結構鋼則用在相应的优质碳素結構鋼号右边加上字母“A”的方法来表示，例如40A等。在优质碳素結構鋼号后加注抗拉强度极限(公斤/毫米²)(注1)及延伸率(%) (注2)的数字，或在鋼号前加俄文字母“Л”，則表示是鑄鋼，这是我国現在所借用的苏联编号方法。合金結構鋼用字母及数字编号，用国际通用的化学符号字母表示鋼中所含的合金元素种类，如Si代表矽，Mn代表錳，Cr代表鉻，Mo代表鉬，V代表釩，Ni代表鎳，W代表鎢，Ti代表鈦，Al代表鋁，Nb代表鈮，Co代表鈷，Cu代表銅等；字母前的数字是表示鋼中平均含碳量的万分之几数；此外，在鋼中合金元素含量大于1.5%时，在字母后面另用一数字表示合金元素的大致含量（在合金元素含量小于1.5%时，則不另用数字表示）。例如15Cr号鋼是表示平均含碳量为0.15%以及含鉻量約为1%的鉻鋼。

在拖拉机及农业机械制造中常广泛采用下列牌号的鋼：G1、G2、G3、G4、G5、G6；10、15、20、35、40、45、50；Л53、Л65(这是苏联牌号的农业机械用軋制犁鏵鋼)；15Mn2、50Mn2、20Cr、40Cr、45Cr、50Cr；35SiMn、42SiMn；38CrSi、40CrSi；18CrMnTi、22CrMnTi、30CrMnTi等。

含碳量在0.25%以下的低碳鋼，在用一般方法焊接时的焊接性能很好，在焊縫中不会产生裂縫、气孔或其他缺陷，在一般

(注1) 抗拉强度极限，是金属的一种机械性能，是指它每单位面积所能承受的最大拉力，当超过此拉力时，金属便被拉断。一般以公斤/毫米²表示之。

(注2) 延伸率，是金属的一种机械性能，是塑性的一个指标，一般用百分比表示，它的含义是試棒上一定部分在做拉力試驗前后的伸长量与原来长度的比值。延伸率愈大，說明金属的塑性愈好。

情況下，焊接前不需要進行預熱，在焊接後也不需要進行熱處理；對於含碳量小於 0.16% 的低合金鋼，在焊接時也沒有什麼特殊的限制和要求；對於含碳量為 0.16—0.20% 的低合金鋼，在零件厚度大於 20 毫米時，在焊接前應進行預熱，尤其是在工作環境溫度低於 0°C 時，更必須這樣做。這種鋼的硬度一般不大於 H_B200 (H_B 表示布氏硬度指標，以下同)。

含碳量為 0.25—0.40% 的中碳鋼以及含碳量為 0.20—0.30% 的低合金鋼，在正常的生產條件下，例如沒有風、雨、雪以及工作環境的溫度和被焊零件的溫度高於 5°C 時，它的焊接性能也很好。不過，對於重型及厚度較大的零件，在焊接前應該進行預熱，預熱的溫度為 200—250°C。這種鋼的正常硬度為 $H_B200—250$ 。

含碳量為 0.40—0.55% 的高碳鋼以及含碳量為 0.30—0.40% 的低合金鋼的焊接性能較差，即使是在正常的生產條件下，也常會在焊縫中形成裂縫。因此，這種鋼在焊接前應該預熱到 250—350°C，在焊接後必須經過退火或高溫回火，尤其在焊接重型的及厚度較大的零件時，更應注意這點。這種鋼的硬度一般為 $H_B250—350$ 。

含碳量大於 0.55% 的高碳鋼以及含碳量大於 0.4% 的低合金鋼的焊接性能很差，在焊縫中很容易產生裂縫。因此，焊接這種鋼時，必須根據每種牌號以及零件的具體情況，採用特殊的焊接方法及工藝過程。在焊接前一般應該預熱到 350—500°C，在焊接後必須進行退火或高溫回火。這種鋼的硬度一般在 H_B325 左右。

從以上可以看出，鋼中含碳量對它的焊接性能有很大的影響。此外，還應該指出的是，除碳元素外，鋼中所含的其他合金元素對它的焊接性能也有很大的影響。這裡僅就其中幾種主要的加以說明。

1. 矽 在低碳鋼及中碳鋼中，當含矽量不大於 0.5% 時，矽元素相當於一個強烈的還原劑；但在超過這個含量時，它常會形

成难熔的胶状熔渣，使焊接发生困难，以及会导致在焊缝中形成非金属夹杂物。

2. 锰 在鋼中含錳量不大于 0.8% 时，錳元素对鋼的焊接性能是有利的，它可以从熔化的金属中除去氧和硫。

3. 铬 铬在一般合金結構鋼中的含量为 0.2—0.3%，而在有些特殊鋼中的含量常很大。铬元素常使焊接发生困难，因为它会促使在焊缝金属中形成淬火結構，此外，在焊接过程中它常被强烈地氧化而成难熔的氧化物。

4. 镍 鋼中含镍量即使很大时，它对鋼的焊接性能也是有利的，它可以显著地改善鋼的塑性和强度。在一般的合金結構鋼中，镍的含量常不超过 5%。由于镍元素在焊接过程中也很容易被氧化，因此在焊接时应该用較好的气体或气体熔渣来保护熔池。

5. 钼 钼在一般合金結構鋼中的含量常不超过 0.30%，它可以提高鋼的冲击韧性和强度，并可以消除在回火时的脆性。

(三) 鑄鉄

含碳量大于 1.7% 的铁碳合金称为鑄鉄。鑄鉄在熔化（从固态变成液态）及冷却（从液态变成固态）过程中是没有塑性阶段的。根据金属組織的不同，鑄鉄有灰口鑄鉄、白口鑄鉄、孕育鑄鉄和可鍛鑄鉄之分。

灰口鑄鉄的特点是碳在鑄鉄中以自由石墨的形式存在，它的断面呈灰色或深灰色，很容易切削加工。灰口鑄鉄的机械性能是脆而没有塑性，不适宜承受拉力。灰口鑄鉄的牌号标志方法是在表示灰口鑄鉄的俄文字母 CЧ 后面注上两个数字，前一个数字是表示它的抗拉强度极限的平均数（以公斤/毫米²表示），后一个数字是表示它的抗弯强度极限（注1）的平均数（以公斤/毫米²表示）。例如 CЧ18-36，即表示灰口鑄鉄的抗拉强度极限平均数为 18 公

（注1）抗弯强度极限，是金属的一种机械性能，是指它每单位面积所能承受的最大弯曲力，当超过此弯曲力时，金属便断裂。一般以公斤/毫米²表示之。

斤/毫米²，抗弯强度极限平均数为36公斤/毫米²。这是我国现在所借用的苏联编号方法。灰口铸铁的焊接性能是较差的，在焊接前一般应该进行预热，并应采用碳矽含量较高的特种生铁棒作为补充金属，否则，由于焊缝区域生铁的白口化，会使焊接发生困难。

铸铁在加热熔化后迅速冷却时，碳不能以自由石墨形式析出，而与铁形成铁碳化合物，此时即形成白口铸铁。白口铸铁的断面呈明亮银色，它的机械性能是非常硬脆，不能进行切削加工，因而在拖拉机及农业机械制造中用得很少。并且由于白口铸铁在加热和冷却时极易产生裂缝，以及会在焊接处形成不均匀的组织，因此白口铸铁的焊接是非常困难的。

可锻铸铁是将白口铸铁在炉内于800—950°C的温度下经过持久韧化而形成的，它具有一定的韧性。可锻铸铁的牌号标志方法是在表示可锻铸铁的俄文字母КЧ后面注上两个数字，前一个数字是表示它的抗拉强度极限的平均数(以公斤/毫米²表示)，后一个数字是表示延伸率(以%表示)。例如КЧ35-10，即表示可锻铸铁的抗拉强度极限平均数为35公斤/毫米²，延伸率为10%。这是我国现在所借用的苏联编号方法。可锻铸铁在焊接时，由于焊缝区域生铁易于白口化，因而也很困难。

孕育铸铁和灰口铸铁的区别在于它比灰口铸铁含有更多的自由石墨，不过它的石墨尺寸较小，铸铁的晶粒较细，因而机械性能较高。孕育铸铁的牌号标志方法是在相应的灰口铸铁牌号前加注一个代表孕育铸铁的俄文字母M，如：MCЧ32-52等。这是我国现在所借用的苏联编号方法。孕育铸铁的焊接性能与灰口铸铁的焊接性能相类似。

在拖拉机及农业机械制造中，常用各种铸铁制造齿轮、链轮、光滑轮、槽轮、支架、棘轮、套筒、进排气管、汽缸体等零件。常用的各种铸铁的牌号有：CЧ12-28、CЧ15-32、CЧ18-36、CЧ21-40(以上为灰口铸铁)；MCЧ28-48、MCЧ32-52(以上为孕育铸铁)及КЧ35-10(可锻铸铁)等。

由于各种鑄鉄的焊接性能都較差，以及由于熔化后的鑄鉄流动性大，因此，在焊接鑄鉄时，应该采用特殊的焊接工艺、规范和方法。

二. 有色金属

在拖拉机及农业机械制造中常用的有色金属材料有紫銅、黃銅、青銅及鋁合金等。

工业上应用的紫銅并不是最純的銅，它的成分里常含有鉍、砷、鉄、鎳、鉛等混合物，不过这些混合物的总和不容超过1%。紫銅的牌号也就根据这部分混合物的多少而决定。紫銅的熔点为 $1,084^{\circ}\text{C}$ 。紫銅宜用氧——乙炔焰焊接，但也可以用碳极电弧焊和电阻焊的方法焊接。

黃銅是銅和鋅的合金。黃銅中鋅的含量可以高达50%，而它的熔点也即根据鋅的含量升降在 $800-950^{\circ}\text{C}$ 之間，含鋅愈多，熔点愈低。黃銅最宜用氧——乙炔焰焊接，若用其他焊接方法，由于鋅蒸发得很厉害，常会使焊接发生困难。

青銅是銅和錫的合金，但是在它的成分中还常含有鋅和鉛。青銅的熔点也根据它成分中混合物的含量而定，一般錫青銅的熔点范围为 $900-950^{\circ}\text{C}$ 。青銅最宜用氧——乙炔焰焊接，但也可以用电弧焊接。

鋁是輕金属，比重2.7，熔点为 658°C 。純鋁的机械性能不高，因此，在实际使用中常用的是鋁合金。鋁合金可以作为鑄造的材料，也可以制成板和型材使用。鋁和鋁合金的表面在空气中氧化很快，会形成氧化鋁薄膜，可防止进一步的氧化。氧化鋁的熔点是 $2,000^{\circ}\text{C}$ ，为此，在焊接鋁时必须用熔剂来使氧化鋁溶解。鋁和鋁合金最宜用氧——乙炔焰焊接，但也可以用电阻焊或电弧焊焊接。

三. 硬質合金

近年来, 在拖拉机及农业机械的修理中, 已經普遍地采用硬質合金堆焊零件易磨損的表面的方法, 来增加零件的耐用度或修复已达磨損极限的零件。

所有各种硬質合金的基础实际上都是各种难熔的金属碳化物。在拖拉机及农业机械制造和修理中所应用的硬質合金一般有两类: 一类是鑄造硬質合金; 一类是粉末和顆粒状硬質合金。

鑄造硬質合金一般制成直径为 3—12 毫米的棒状, 用以堆焊零件的易磨損部分, 堆焊可用氧——乙炔焰或电弧焊的方法进行, 而以氧——乙炔焰堆焊的效果較好。苏联生产的这种硬質合金牌号有 B3K 合金、索尔瑪依特一号及索尔瑪依特二号。索尔瑪依特一号在堆焊后不需要进行热处理; 而索尔瑪依特二号堆焊的堆焊层一般常进行先退火而后再淬火和回火的热处理, 在退火以后, 它可以进行切削加工。用 B3K 合金和索尔瑪依特一号堆焊的堆焊层一般只能用金刚砂輪磨削加工。

粉末及顆粒状硬質合金常用于堆焊那些易磨損以及在堆焊后不需要精細加工的零件。在一般情况下, 它是用碳极电弧焊进行堆焊的。苏联生产的粉末及顆粒状硬質合金牌号有伏卡尔合金和斯大林尼特合金两种。用伏卡尔合金堆焊的堆焊层硬度为洛氏 A 标度 80—82, 它的熔点为 $2,700^{\circ}\text{C}$; 用斯大林尼特合金堆焊的堆焊层硬度为洛氏 A 标度 60—70, 它的熔点为 $1,300-1,350^{\circ}\text{C}$ 。

第二章 拖拉机及农业机械零件 修复常用的焊接方法

现有的各种焊接方法，不論在加热热源上，或是在焊接时的金属状态上，都各有区别。可以作为热源的有化学能和电能，前者是依靠化学反应所产生的热进行加热，后者则是利用电弧热或电流通过导体时所产生的电阻热(注1)进行加热。根据焊接时的金属状态，則各种焊接方法基本上可以分为两种主要形式：一种是将焊件边缘金属加热到塑胶状态后，加压力进行焊接；一种是将焊件边缘金属及填加金属(注2)加热到熔化状态后，在不加压力的情况下焊缝区域凝固而焊接。在拖拉机及农业机械零件的修复中，常采用后一种焊接形式，而在实际使用中，根据所用的热源，常用两种方法：

1. 电弧焊接——利用电弧热作为热源使焊件边缘及填加金属熔化进行焊接的方法；

2. 气焊接——利用可燃气体或噴成細雾状的液体燃料的燃烧热作为热源使焊件边缘及填加金属熔化进行焊接的方法。

除了采用上述将两个边缘焊接在一起进行修复的方法外，还常采用在零件被磨損表面上敷焊一层(或几层)金属以使之恢复原来尺寸的修复方法，即一般所謂的“堆焊修复”方法。在实际使用中，根据所用的热源，堆焊修复也有两种方法：

1. 电弧堆焊——利用电弧热作为热源使焊件表面以及填加金

(注1) 电阻热，当电流流过电阻体时，在电阻体中会发生热量，这种热量就称为电阻热。电阻愈大，所发生的电阻热就愈大，所以电阻热是电能轉换为热能的一种形式。

(注2) 填加金属，又称填加材料，用以填充焊件边缘之間的空間，或在堆焊时形成堆焊层。填加金属常作成单独的棒状、粉状，或作为焊条中的焊条芯。