

三活叶技术資料三

总 号：243

热加工：057

内部資料・注意保存

鑄鉄冷焊在机修中的应用

第一机械工业部新技术先进经验
宣传推广联合办公室

1965.8

目 录

奥氏体铁—铜焊条及其在机修中的应用	(1)
一、一般介绍	(1)
二、焊条的性能分析与金相试验	(2)
三、制造工艺	(4)
四、焊接工艺	(5)
五、应用举例	(6)
六、小结	(9)
机床导规划痕的电焊修复方法	(10)
一、前言	(10)
二、该型焊条的优点	(12)
三、焊条的制造方法	(13)
四、焊接工艺	(14)
五、该型焊条在其它方面的应用	(17)
六、结论	(18)

奧氏体鉄-銅焊条及其 在机修中的应用

陈 钟 盛

一、一般的介紹

在設備維修中，经常遇到有裂紋或折斷的鑄鐵零件，过去曾用过許多方法进行补焊修理（如电弧冷焊、半热焊及热焊等），但是效果都不够好。

1962年在“机械譯丛”1957年第四期所介紹的“鑄鐵的电弧冷焊”一文启发下，根据我厂具体情况，改进了焊条的制造工艺，改变焊条的含銅量，用較簡便的方法，試制出“奧氏体鉄-銅焊条”。我厂利用这种焊条，先后焊接了很多大型、复杂的及迫切急需修复的关键設備上的鑄鐵零件（包括精密度較高的、受激烈冲击振動的、高气密性的設備等），焊接质量較高，效果很好，因而大大地縮短了修理時間，降低了修理成本，为国家节省了不少資金。

这种焊条的主要优点：

1. 对基本金属的熔化深度小，并且产生的焊接应力比較小；
2. 焊縫无气孔；
3. 焊縫无裂紋；
4. 焊縫很致密，强度較高（抗拉强度为基本金属的80~90%）
5. 焊件可不再进行时效处理，因而能避免时效处理中焊件的热变形；
6. 焊縫熔合区（交接区）的硬度 $R_c = 30 \sim 48$ ，因此，可用高速鋼或硬質合金刀具进行車、銑、刨、钻、攻螺紋等切削加工；
7. 可以将低碳鋼牢固地焊接在鑄鐵上；
8. 焊縫若出現局部的气孔，裂紋或产生較大變形时（当采用的焊接规范不适当），可以較容易地將它消除；

9.控制焊件的变形比較容易，可以焊接精度較高的铸铁件。

这种焊条的缺点：

1.焊縫硬度較高，所以还不适宜手工刮削加工：

2.焊縫呈淡紅色，与基体顏色不同。

二、焊条的性能分析与金相試驗

1.对基本金属的熔化深度小，并且焊接应力小的原因是：

(1) 焊芯約有80%的銅，而銅的熔点比铸铁低，导热性好，熔化快：

(2) 焊条較細 ($\phi 4$ 毫米)，焊接电流小 (110~120 安培)。

2.焊縫无气孔的主要原因：焊条芯內含有奥氏体組織的鎳鉻鋼絲(約20%)，而奥氏体溶解氮和氢的能力較高，同时有較多的强还原剂的鉻，使碳的氧化反应受到抑制。

3.焊接无裂紋的主要原因：由于焊芯內含有約80%的銅，使焊縫具有較好的热塑性，所以在热状态下，可以对焊縫进行充分的錘击，因此降低了焊縫的收縮应力。

4.焊縫很致密，强度較高的原因：

(1) 焊縫致密的原因：

①由于焊縫没有气孔、裂紋等缺陷，并且焊縫经过充分錘击：

②焊条渣优良，焊縫无夹渣現象。

(2) 焊縫强度較高的主要原因：

①熔敷金属(焊着金属)与基体金属的焊接性能优良，彼此熔合得較好：

②交接区沒有冷硬的夹杂物(这种冷硬的夹杂物是形成焊縫裂紋的主要因素，而裂紋是焊縫强度的要害)：

③焊縫很致密，并且完全可以避免焊不透的缺陷：

④焊縫金属的夹杂物內有奥氏体組織，奥氏体組織本身就具有較好的机械性能。在熔敷金属內，熔化过的鎳鉻鋼絲(具有奥氏体組織)，成球状均匀地混合在銅基中，球状物的体积大而面积小，对銅基的有害隔离作用很小，相反的由于在焊接过程中，铸铁中的碳渗入其中(鎳鉻

鋼絲)使其硬度及強度大為增加,所以安在軟的銅基中起着鋼筋的作用。另外以“銅基”來說,其本身強度一般就與灰鑄鐵相似,所以整個焊縫的強度是比較高的。

焊縫強度試驗的情況(基體材料為 HT21-40);

試驗結果:

基體極限強度為: 13.3~13.5公斤/毫米²。

焊接件的抗張強度為 9.6公斤/毫米² (此值不能代表真實的焊縫抗張強度值,因試件設計不良,斷口在應力集中的圓角上,並且此處刀痕重,光潔度不合格)。

此試驗數值,僅說明斷口不在焊縫上,其強度比基體大。

5. 焊縫機械加工不困難的原因:

(1) 在焊接過程中,熔敷金屬內的奧氏體能溶解碳,而不形成碳化鐵(白口);

(2) 焊縫金屬的夾雜物內主要有奧氏體組織,它本身具有的硬度($H_B \approx 300$)低,因此進行機械加工就並不困難。

6. 焊縫若出現局部缺陷或焊件產生變形時易于消除的原因:

(1) 焊縫金屬(尤其是非交接區)硬度和鑄鐵相似,很容易將它錘去重新補焊;

(2) 焊縫的熱塑性較好,將焊縫加熱(用氣焊槍)和適當加壓的方法就可以校正焊件的變形。

7. 容易控制焊件變形的主要原因(在定位可靠和焊接方法適當的前提下):

(1) 焊接電流小、熔深小、熱應力小;

(2) 焊縫有較好的塑性,通過錘擊,大大消除了收縮應力,同時不需要時效處理,可減小熱影響;

(3) 冷態焊接,在焊接規定的工藝方法操作下,焊接熱消失較快;

(4) 萬一有變形,如前所述也容易將它校正過來。

8. 焊縫不能刮削加工是因為焊縫硬度大於一般可進行刮削的金屬硬度($H_B = 180 \sim 250$)。

9. 焊縫呈淡紅色的原因是焊縫金屬中含有約80%的紫銅。

金相检查結果（基体材料为 HT21-40、电流110安培、焊缝在空气中稍盖木炭粉慢冷）：在焊缝区未发现自由渗碳体（白口组织），这也说明焊缝能进行机械加工的原因。

硬度試驗結果：

硬度 (H_B) 压痕直径情况：

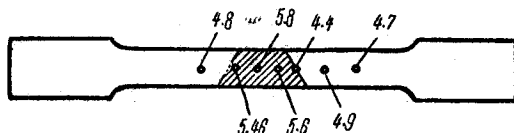


图1 图中硬度最大值为 $H_B=187$ ，最小值为 $H_B=111$ 。

注：上述三种試驗（拉力、金相、硬度）的試件是用同一种基体材料和同一种焊接规范制成的。

关于“奥氏体铁-铜焊条”中铜的含量問題，我們认为：当焊芯中含铜量为焊芯重量的75~85%较为合适。因为含铜量过少时，虽然焊缝的强度和硬度会依含镍铬絲的量增加而增加，但相应的会引起焊缝的塑性降低，削弱锤击焊缝的效果，可能导致焊缝出現裂纹和机械加工困难。若铜的含量过大时，焊缝的塑性虽然增加，对降低焊缝的收缩应力有利，但会引起焊缝强度降低，同时由于镍铬絲含量的相应减少，亦即降低了奥氏体组织在焊接中的有利作用，必然会导致气孔的产生，焊缝硬度的增加（因可能会产生白口组织），另外由于此时的焊芯熔点低，会导致电弧不能稳定燃烧的危害。

本文所指的这种 $\phi 4$ 毫米的“奥氏体铁-铜焊条”，其含铜量为焊芯重量的84%，这种焊条不仅具有前面所述的各項特点，而且结构很简单，制造经济簡便。

三、制造工艺

現以 $\phi 4$ 毫米的“奥氏体铁-铜焊条”为例說明如下：

1. 焊条芯由镍铬絲外包紫銅管組成。其中铜的含量占整个焊条芯重量的75~85%。

镍铬絲的牌号为：0Cr18Ni9，直径为 $\phi 1.6\sim 1.8$ 毫米，可以代用

的材料为：1Cr18Ni9、2Cr18Ni9、1Cr18Ni9Ti。

紫铜管外径为 $\phi 4$ 毫米，内径为 $\phi 2$ 毫米。

2. 分别将钢丝和紫铜管经过清洗，校直装配（将钢丝插入铜管内），并截成 250 ± 5 毫米的长度。

3. 涂料。

涂料成分为：大理石40%、莹石30%、石英17%、锰铁（Fe—Mn）5%、硅铁（Fe—Si）3%、二氧化钛5—10%、水玻璃（比重为1.36~1.38）415克/每公斤涂料。

涂料每边的厚度为0.6~0.8毫米（图2）涂料外圆的不圆度偏差在全长内不超过0.2毫米。

4. 干燥。涂料经自然凉干后，在 $100 \sim 120^{\circ}\text{C}$ 的电炉内保温30~60分钟。再升温至 350°C 保温30分钟，再将温度缓慢降至 100°C 后取出（降温过程所需时间约6~7小时）。

5. 包装（按一般焊条的包装规范进行）。

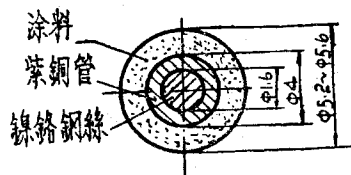


图2

四、焊接工艺

1. 用乙炔焰将被焊位置（坡口）及其附近区域，迅速而均匀地加热至 $40 \sim 50^{\circ}\text{C}$ ，以便起到烧掉坡口附近的残余油污及预热的作用，对于长时期在高温下工作的铸件，其金属内部因含有较多的气体和油脂，焊接第一层（与铸铁直接接触的）焊缝上出现的气孔，需将它锤掉重新焊接，为了防止焊件变形，而不宜采用焊接前高温预热焊接部位的方法来防止焊缝产生气孔。

2. 用电流为110~130安培的反极性直流电焊机（对 $\phi 4$ 毫米焊条而言）进行焊接。

3. 焊接时最好由两人共同进行，一人焊接，一人锤击焊缝（为了安全，锤击者必须戴上防护眼镜，以免熔渣溅入眼中）。

4. 在正式焊接之前，需沿坡口定位焊。

5. 焊接时，电弧长度应尽量短（能起弧就行），为了使焊芯中的镍铬钢丝与铜混合得均匀，而在机械加工时不出现镍铬钢丝的局部硬点，焊条应作螺旋形运动，如图3所示。

为了让焊件受热均匀，并使焊缝冷却快些，应采用分段、交叉、逆向的方法进行焊接，分段次序，如图4所示。每段长为10~15毫米（若过长则先冷的部分锤击其效果不良）。当熄弧后，在焊缝呈暗红色时，就马上进行锤击。然后仔细地清除熔渣及清理夹缝、钎边、尖角等处（用扁錐錐成坡口，使焊条在再焊时能下得去，摆得开），如图5所示。在冷至40~50°C时，再焊接另一段（注意在未焊处起弧，而在前段焊缝上落弧）。



图3

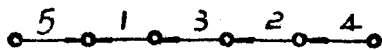


图4

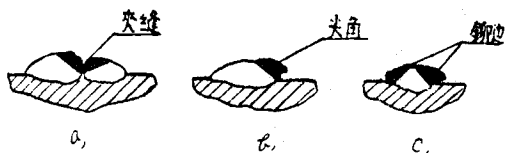


图5 图中黑块部分为应錐去的部分。

6. 对于尺寸较大的坡口、应分段、分层而且交叉、逆向地进行焊接。

在焊接中，由于焊接规范不当或油污、水锈等未清除干净，出现局部裂纹或气孔时，对于裂纹可用扁錐或钻孔方法将它除去再补焊。对于气孔较严重的，可錐掉重焊，较轻微的可不錐掉，只要再焊上一遍就可以消除。

焊接后对焊缝进行机械加工之前，应用放大5~10倍的放大镜检查焊接质量，如无缺陷方可进行加工，若有缺陷应先排除后再进行加工。

五、应用举例

例1：T612型镗床主轴尾座的焊接修复：

該鏜床的主軸尾座，由于事故而撞裂，如图 6 所示，过去曾用銅鎳焊条（銅70%，鎳30%）焊接，但是发现修复后的焊缝存在着較严重的裂紋和变形，以后采用“奧氏体铁-銅焊条”才修复了。

該零件主要特点是：

1. 零件的壁厚很不均匀（最厚为30~40毫米，最薄只有5~6毫米）。

2. 两条导轨的不平行度和水平面内的不平度偏差不得超过0.02/1000毫米。

3. 导轨上的焊缝，不仅要求能刨削加工，而且还要求能刮研加工。

4. 旧焊疤硬度很高难予鏟掉，为了清除旧焊疤，在薄壁处难免会出现空洞（通漏）。

针对以上情况，我們采取的工艺特点是：

1. 进行可靠的定位；

2. 在焊接中，掌握焊接次序，尽量使热应力分布均匀状态。并使其緩慢冷却；

3. 根据不同的需要，随时注意調节电流；

4. 打掉旧焊疤后，在薄壁处出現的空洞，采用A₃（尤₃）钢板堵上再焊死；

5. 对刮研加工的导轨面，先将表面刨去1~2毫米，然后用我厂特制的蒙耐尔合金电焊条焊上一层，经刨削后再刮研加工；

6. 对上次焊接遺留下的导轨变型（不平行度偏差0.7~0.8毫米），将焊缝适当加热和加压来校正。

按上述工艺方法进行焊接修理的結果，不仅沒有产生过大的变形，而且还把原来的导轨变形校正至0.18毫米（平行度偏差），经刮研后，精度已全部恢复，如图 7 所示。

例 2，苏制精密台式车床主軸变速机构支架断裂（一个折断，一个

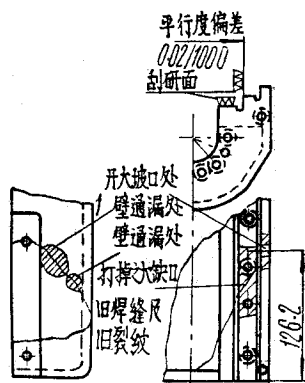


图 6

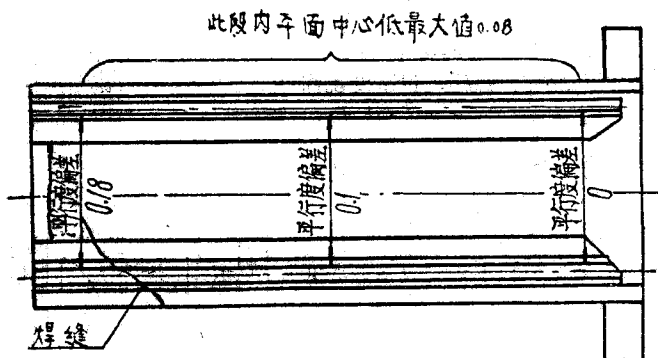


图 7

有裂纹) 的修复:

该例的特点: 精度要求高, 但又容易变形。要求焊接后两支架上的轴孔的同心度偏差不超过0.02毫米。在焊接时要注意:

1. 定位精确可靠;
2. 严格按上述焊接规范进行焊接, 在温度不高于 40°C 的部位处焊接, 并调整焊接次序使焊件受热均匀, 先焊外面, 后焊内面。焊好后在两内侧各焊上一个 A_3 (尤₃) 钢的加强筋;
3. 焊缝缓冷至室温后方拆出夹具。

例 3, B-300-2K 型空气压缩机气缸裂纹的修复:

该压缩机气缸之缸口, 沿端口的螺孔裂开到缸的内壁, 已不能使用。1962年用“奥氏体铁-铜焊条”把它修复, 至今尚未出现问题。

此例的修复特点是:

1. 将有裂纹的螺孔全部镗掉成为尺寸较大的坡口, 并将原来有裂纹的这个螺孔移位;
2. 在裂纹端点钻止裂孔, 并将裂纹镗透;
3. 在焊接中严格遵守工艺规范, 不允许焊缝有任何明显的 (用 5 ~ 10 倍的放大镜可看到) 裂纹、气孔、夹渣和焊不透等焊接缺陷。

焊接气密性要求高的铸铁件例子方面, 如要求工作压力在 12 个大气压下焊缝不漏气的 1-40/80-2 型空气压缩气缸和轴功率为 20 千瓦的柱塞式

真空泵的压力水套等。

例4，400公斤空气锤，锤身裂纹的修复（未摄影）。该机锤身上有一个方孔，沿方孔的90°处裂开，裂纹长约80毫米，并裂透内壁，经1963年修复使用至今并未出现任何问题。

该例之修复特点与空气压缩机气缸的修复相似，即在裂纹终点钻止裂孔，坡口形式和大小以将裂纹锤透为限（最好不开通底面，保持5~6毫米的钝边）焊接时，先定位焊，然后采用分段、分层、交叉、逆向的方法焊接，随时注意防止产生裂纹。

例5，1吨自由锻锤的锤砧座（下座）燕尾槽严重裂损的焊接修复：

该例之特点是损坏严重，补焊面积大（共用10公斤焊条），焊缝直接承受着锤头工作的强烈冲击振动，所以要求焊缝必须具有较高的强度，焊缝表面应能进行刮研加工。

采取修复工艺特点：

1. 为了增加焊缝强度，在基体上作了几个直径约为 $\phi 30$ 毫米和深度为20毫米并带喇叭口的浅坑，焊接时将其填焊满，并与其他焊缝连接在一起以便增大焊接面积。

2. 刮研加工的交接区，先在基体上焊上一层特制的蒙耐尔合金电焊条，然后再焊上一层“奥氏体铁-铜焊”条。

结果，该机自1964年10月份修复使用至今未出现任何问题，说明该型焊条的焊接强度是能经受强烈冲击振动的。

六、小 结

我们认为用焊接修复机器的铸铁零件是质优价廉的一种方法。从实践看来，使用“奥氏体铁-铜焊条”较好，其特点：应用范围较广，制造也较简单，焊接各类铸铁都能达到较好的效果，但是，由于焊芯有贵重的镍铬丝和焊缝熔合区硬度较高（ $R_c=30\sim 38$ ），所以不能用于刮削加工的表面上。若能使焊缝熔合区（交接区）的硬度降低，镍铬丝的含量减少，则会更广泛的应用。

机床导轨划痕的电焊修复方法

陈 钟 盛

一、前 言

在研究解决机床导轨划痕的修复过程中，认为采用填充的方法来修理是比较理想的。但填充什么材料和怎样填充最经济、可靠，是我们对这个問題作研究試驗的一个目的。

在研究試驗的过程中，我們学习了一些兄弟厂的经验及参考了有关的資料，曾经試用过以下的几种方法进行修理：（1）銀錫焊料的钎焊；（2）巴氏合金的钎焊；（3）环氧树脂掺铁粉作填料粘接等。其效果比較如下：

1. 銀錫焊料的钎焊修复方法

（焊料成分为：銀25%；錫68%；鋅7%）

优点：焊接方法簡便，一般机修鉗工就可以掌握。刮削加工很容易。

缺点：主要是硬度低（ $H_B=70\sim80$ ）。很容易重新划伤。其次由于是钎焊性质，加上操作不恰当时，焊料与基体的結合不够牢固，有时焊不上，有时在使用过程中脱落，另外銀是一种稀貴金属。

2. 巴氏合金的钎焊修复方法（只用过一次）

优点：除了比銀錫焊料的钎焊性較好而且成本比較低廉外，其它与銀錫焊料钎焊的优点相同。

缺点主要是硬度低（ $H_B=21\sim32$ ）。在使用中产生的后果与銀錫焊料相同。

3. 用环氧树脂掺铁粉作填料粘接的修复方法（只試用过一次）：

用此法粘补过 C524 型立車横梁导轨上的划痕。配方是：环氧树脂加約200%的铁粉。

优点：工艺方法較簡便、刮削也很容易、成本很低廉。

缺点：主要是硬度过低（ $H_B=28\sim30$ ）。我們根据有关資料的介紹，

考虑到即使采用目前較好的配方(如环氧树脂+230%的石英粉作填料),其最大硬度也只不过是 $H_B=40\sim44$ 这样仍与一般机床导轨的硬度 ($H_B=180\sim240$) 相差較大,易于重新划伤,因此沒有作进一步的研究試驗。

以上几种修复方法的最大缺点是填充材料的硬度与导轨基体的硬度相差較大,并且填充材料与导轨基体的結合强度較低。为了进一步解决这个問題,我們把研究試驗的方向轉移到电焊修复方法上来。在研試过程中,参考北京机床一厂用銅鎳焊条修复铸铁毛坯的经验,我們考虑用电弧焊接方法来修理导轨划痕的基理是:

灰口铸铁的焊接是比較困难的。尤其是冷焊时,熔池中的液态金属与传热系数很高的固态金属相接触,冷却速度很大,同时由于該处碳和硅的含量一般比熔池中各处都要少,所以一方面是在很大的冷却速度下,铸铁基体中的碳来不及析出成为石墨,而以渗碳体状态存在。另一方面,由于交接区的碳、硅含量都較少,而碳、硅两元素是强烈促进石墨化的元素,如图8所示。这两种元素的含量少,会促使焊缝交接区形成含有渗碳体的白口层,这种白口层性质既硬又脆,很容易促成焊缝裂紋,并使焊缝的机械加工困难。

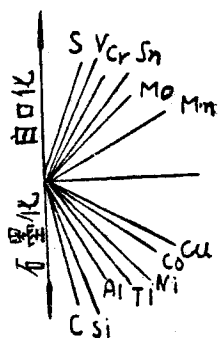


图8 各种元素对铸铁石墨化的影响。

经过多次試驗和分析,认为机床导轨划痕电焊修复中的主要技术关键是克服焊缝交接区的硬化带問題。抓住了这个主要問題,我們就从形成硬化带的两个主要原因即:熔敷金属的化学成分和焊缝的冷却速度,去着手进一步的研究試驗。在解决这个主要問題的同时就順便逐步的解决其它的次要問題。

在解决熔敷金属的化学成分方面,认为目前比較理想的是銅鎳合金,其中以銅为25~30%,鎳60~70%較合适(含鎳量越多在技术上越有利,但成本高,并且材料来源困难)。这种合金,对铸铁的焊接性能較好的原因是其成分中含有較多的“鎳”,而“鎳”是一种扩大奥氏体区的元素,所以鎳基焊条的焊缝組織絕大部分是奥氏体,这种奥氏体,能很好地熔解碳而不形成碳化铁,所以焊缝具有較好的加工性能,并且具

有一定的承受塑性变形的能力。另外，由（图1）可知，“镍”是一种较好的促进石墨化的元素，对于减弱焊缝交接区的碳化铁组织形成很有利。

以成分中的“铜”来说，它具有以下的一些良好作用：

（1）热塑性很好，在熄弧后，焊缝通过锤击，可以大大降低其收缩应力，而能避免焊缝形成裂纹的危险；

（2）铜不溶解碳，所以不会形成既硬且脆的碳化物组织；

（3）由（图1）可知，铜是一种较弱的促进石墨化元素，对避免碳化铁的形成有一定的作用；

（4）铜的熔点比铸铁熔点低，导热性优良熔化快，对减少基体金属的熔化深度，降低焊接应力有利。

根据以上分析，我们做了四次焊接试验：

四次试验的结果表明，用第四次试验用的这种蒙耐尔合金焊条（其结构及焊接方法见后）冷焊修复机床导轨划痕沟槽的技术条件已基本上达到。自1962年以来，我厂在边试，边用，边改的过程中，用这种焊条，先后修复了许多机床的导轨严重划痕沟槽，及其它局部缺损，如：C620-1车床、ST插床、B690液压刨床、K117冲床、X62W铣床和T612型卧式镗床等。还用它修复了一些高精度铸铁模具其加工面上出现的局部缺陷，及一些大型复杂的钢制零件其加工面上出现的划痕、凹坑等缺陷。效果都很好，大大缩短了修理周期，降低了修理成本。我厂不仅已正式把它用于机修上，而且还扩大直接用于工艺装备及产品上。

我厂已将第四次试验基本具有成效的这种蒙耐尔合金焊条定型下来，本文在以下的篇幅中，就以该型焊条的特点，制造工艺、应用范围等方面，再加以论述。

二、该型焊条的优点

1. 由于焊条直径只有1.5毫米，焊接电流只需40~45安培，因此焊接热对基本金属的影响甚为微小，基本上不使被补焊的导轨产生焊接变形（万一有点微小的变形，通过一般大、中修的刮削量，是完全能把它校正消除的）。

2. 焊接准备工作很简便，一般只需在原来划痕的基础上稍加清理即可，不需要开新坡口。并且焊缝的加工也比较方便，不需要将焊件夹到机床上加工（如刨、铣、磨等），只要用手提式砂輪磨削后，再用銼刀或油石清理一下，就可以进行刮削。

3. 焊缝的硬度与基本金属的硬度基本上一致（一般机床用普通铸铁制成的滑动导轨的硬度为 $H_B=180\sim240$ ，而焊缝的硬度 $H_B=165\sim190$ ），在焊缝交接区，基本上没有硬化组织（硬化带）出现。

4. 焊缝可用手工刮削加工（其它加工更为容易）。

5. 焊缝基本上没有气孔，裂纹，咬边，夹渣等缺陷。

6. 熔敷金属与基本金属的结合很牢固可靠。

7. 焊缝色泽基本上与基本金属（导轨）的色泽一致，焊缝加工出来后比较美观（不易看出补焊过的位置来）。

尚存在的问题：

1. 焊缝虽然可以刮削加工，但熔敷金属带有韧性，所以不象铸铁那样刮起来很顺畅，若刮削方法不适当时，在刮刀刮削过的表面上，会出现微小的横向痕迹，其对刮刀的推移，稍带有一定的阻力。另外在焊缝交接区虽然基本上没有硬化组织，但其硬度多少仍比其余部分稍微高一些，由于焊缝交接区与基本金属的这种硬度不均匀性，多少会引起刮削显点的深度不够均匀（因为同一刀刮下去，碰到较硬的部位就刮的浅些，碰到较软的部位就刮的深一些）。

2. 焊接工艺比较复杂。

3. 蒙耐尔合金中因含有70~75%的镍，所以该合金系一种贵重的金属。

三、焊条的制造方法

1. 焊芯材料及其加工

焊芯材料的牌号为：HMЖМII28-2.5-1.5。

（1）若原材料为板材时（厚度1.5毫米）则需将原材料加工成 $\phi 1.5 \times 150$ 毫米的圆丝。

若原材料直径是大于 $\phi 1.5$ 毫米的圆丝，则最好用拉丝设备，拉拔

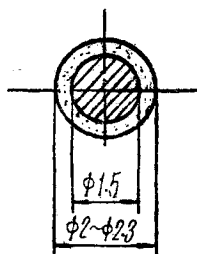


图9 焊条断面。

成 $\phi 1.5$ 毫米的尺寸，然后截成 150 毫米长的段落将以上的原材料经校直（弯曲度在全长内不超过 0.15 毫米），并进行清洗后，准备进行涂料，如图 9。

（2）涂料

A. 涂料成分（%）：

大理石 53；石英 9；锰铁 2；硅铁 3；萤石 18；钛铁 15；水玻璃 43（比重 1.34）；外加粘土 1。

涂料中大理石需经 2630~3140 孔/厘米² 筛筛过，其余的每种应经 1600 孔/厘米² 筛筛过。

B. 涂料厚度每单边为 0.25~0.4 毫米，涂料应均匀，不圆度不得超过 0.15 毫米（涂料场所的空气湿度最好为 60~85% 室温 18~25℃）。

（3）干燥

涂料塗好后，经自然凉干，然后在 100~120℃ 的电炉中保温 30~60 分钟，再升温至 350℃，保温 30 分钟，接着将炉温缓慢冷降至 100℃ 后取出（冷降过程所需的时间约为 6~7 小时）。

（4）按上述技术条件检验合格后，按一般焊条的包装规范进行包装。

四、焊接工艺

1. 焊接件的选择

在补焊之前，对需要进行补焊的零件，加以适当的审选，本型焊条最适合补焊的条件为（对铸铁件而言）：

（1）机床导轨上的严重划痕沟槽（即通过一般大中修理的刮削而不能将其消除，其深度在 0.3 毫米以上者）。

（2）精密铸铁零件已加工面（经过刮研或其它精细加工的）上出现的局部损伤，凹陷或加工中的尺寸超差等均可用本型焊条补焊修复。

（3）以上所要补焊的铸铁件，其材料应为 M 级铸铁（HT32~52）或 I 级铸铁（HT21-40）最好不要低于 I 级铸铁。

铸铁牌号级别越低，其成分中含磷、硫量越多越不利于焊接冶金过程石墨化的充分进行，而助长焊缝交接区的硬化组织生成。

(4) 补焊工作需在导轨削研工作开始之前进行。

2. 准备工作：

(1) 焊接场所应避风；

(2) 将被焊部位位置平和垫稳；

(3) 用煤油或四氯化碳清洗焊接部位，以彻底除尽油污。在离要补焊的划痕沟槽（或坑凹）的20~30毫米的附近周围，要用细砂布稍加打光，使之露出金属光泽。

(4) 要补焊的划痕沟槽，若其原始宽度小于2毫米，深度小于0.5毫米时，需用合适的工具（如薄口小偏铤或三角铤），将其宽度修大至2.5~3.5毫米，深度修大至1~1.5毫米，并使其带有 $90^{\circ}\sim 120^{\circ}$ 的坡口，如图10所示。

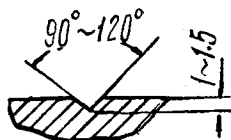


图10 坡口断面。

(5) 将焊条进行干燥处理（放在 $100\sim 120^{\circ}\text{C}$ 的电阻烘干箱内烘烤30~40分钟）。

3. 试焊

(1) 用直流反极性电焊机进行焊接，电流为40~45安培。

(2) 焊接过程由两人完成，其中焊工专门进行焊接，另一人专门在熄弧后趁焊缝呈红色时立刻锤击焊缝，并清理熔渣和坡口。

(3) 试焊工作分两步进行

A. 第一步试焊：先在与被焊零件材料成分相近（若相同则更好）的废料上试焊，以便选择合适的初步规范（主要是电流大小值；其次是焊条移动速度；焊接部位基本金属的预热温度；焊缝的冷却速度等）。

在试焊过程中，应注意以下问题：

(a) 焊接时，试件应放置在要修复的焊件上并与之成同一焊接电极；

(b) 坡口及其附近的污物必需除尽；

(c) 用气焊枪以集中的火头，迅速而均匀地将焊接部位稍稍预热至 $30\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；